

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Энергетический институт  
Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра электрических сетей и электротехники

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы	
<b>Разработка деловых игр по дисциплине «Оперативное управление в электроэнергетике»</b>	

УДК 621.31:658.012:005.963.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4Г	Харьковская Валерия Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭСиЭ	Фикс Н.П.	к. пед. н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Фигурко А.А.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Дашковский А.Г.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭСиЭ	Прохоров А.В.	к. т. н.		

Томск – 2016 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Направление ООП: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надёжность

Кафедра, институт: кафедра электрических сетей и электротехники, Энергетический институт

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Универсальные компетенции</i>		
P1	<i>Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности, готовность к обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля электроэнергетических систем, сетей, электропередач, их режимов, устойчивости и надёжности.</i>	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	<i>Свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, способность к активной социальной мобильности.</i>	Требования ФГОС (ОК-3), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	<i>Использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и производственных работ, в управлении коллективом, использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности.</i>	Требования ФГОС (ОК-4, ОК-5, ОК-6, ОК-7, ПК-31), Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	<i>Использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки, готовность вести работу с привлечением современных информационных технологий, синтезировать и критически резюмировать информацию.</i>	Требования ФГОС (ОК-8, ОК-9, ПК-14, ПК-19), Критерий 5 АИОР (п. 1.6, 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P5	<i>Применять углублённые естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в междисциплинарном контексте в инновационной инженерной деятельности в области электроэнергетических систем, сетей, электропередач, их режимов, устойчивости и надёжности.</i>	Требования ФГОС (ПК-1, 2, 36) <sup>1</sup> , Критерий 5 АИОР (п.1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .

P6	Ставить и <i>решать инновационные задачи</i> инженерного анализа в области электроэнергетических систем, сетей, электропередач, их режимов, устойчивости и надёжности с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределённости.	Требования ФГОС (ПК-5, 6, 7,9). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P7	Выполнять <i>инженерные проекты</i> с применением оригинальных методов проектирования для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества электроэнергетических систем, сетей, электропередач в условиях жёстких экономических и экологических ограничений.	Требования ФГОС (ПК-10, 11, 12, 13). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P8	Проводить инновационные <i>инженерные исследования</i> в области электроэнергетических систем, сетей, электропередач, их режимов, устойчивости и надёжности, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов.	Требования ФГОС (ПК-14, 36, 39 –44). Критерий 5 АИОР, согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> .
P9	Проводить <i>техничко-экономическое обоснование</i> проектных решений; выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса в электроэнергетических системах, сетях, электропередачах.	Требования ФГОС (ПК-19, ПК-23, ПК-27, ПК-30, ПК-31, ПК-32), Критерий 5 АИОР (п. 1.5, 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Проводить <i>монтажные, регулировочные, испытательные</i> , наладочные работы электроэнергетического и электротехнического оборудования электроэнергетических систем и сетей.	Требования ФГОС (ПК-45, ПК-46), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	<i>Осваивать новое</i> электроэнергетическое и электротехническое <i>оборудование</i> ; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт.	Требования ФГОС (ПК-15, ПК-47, ПК-48, ПК-49, ПК-50), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P12	Разрабатывать рабочую <i>проектную и научно-техническую документацию</i> в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; организовывать метрологическое обеспечение электроэнергетического и электротехнического оборудования; составлять <i>оперативную документацию</i> , предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы.	Требования ФГОС (ПК-28, ПК-33, ПК-40, ПК-41, ПК-44), Критерий 5 АИОР (п. 1.3, 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Энергетический институт  
Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра электрических сетей и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата) Прохоров А.В.  
(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5АМ4Г	Харьковской Валерии Владимировне

Тема работы:

<b>Разработка деловых игр по дисциплине «Оперативное управление в электроэнергетике»</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	22.01.2016 №275/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Материалы кафедры ЭСиЭ, научно-исследовательской и преддипломной практик.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Поиск источников по теме исследования (базы данных, например, Elsevier – ScienceDirect, SCOPUS, eLIBRARY.RU, сайты научных, образовательных и промышленных центров); перевод статей на русский язык; составление плана исследования; аналитический обзор источников по теме исследования, классификация деловых игр; описание методов и средств организации деловых игр в учебном процессе с применением программных комплексов, используемых для тренировок и проверки знаний оперативного персонала электроэнергетических предприятий (на примере дисциплины «Оперативное управление в электроэнергетике»); разработка деловых игр по оперативному управлению в электроэнергетике; анализ результатов и перспектив выполненного исследования.

<b>Перечень графического материала</b>	
--	--

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Фигурко А.А.
Социальная ответственность	Дашковский А.Г.
Раздел на английском языке	Низкодубов Г.А.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и английском языках</b>	
Деловые игры в учебном процессе	
<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры ЭСиЭ	Фикс Н.П.	к. пед. н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
5AM4Г	Харьковская В.В.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4Г	Харьковской Валерии Владимировне

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭСиЭ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Определение стоимости материально-технических ресурсов научно-исследовательской работы.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Составление сметы затрат научно-исследовательской работы.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления на социальные нужды: ПФР – 22 %, ФСС РФ – 2,9 %, ФФОМС – 5,1 %.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Оценка инновационного потенциала проекта за счёт использования активных методов обучения.
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	Устав не требуется.
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Составление графика выполнения научно-исследовательской работы, определение бюджета проекта.
4. <i>Определение ресурсной эффективности, финансовой, экономической эффективности</i>	Оценка целесообразности проекта.

**Перечень графического материала:**

–
---

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	Фигурко А.А.	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4Г	Харьковская В.В.		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5АМ4Г	Харьковской Валерии Владимировне

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭСиЭ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	<p>1. Описание рабочего места на предмет:</p> <p>Рабочая зона: место оператора персонально компьютера. Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физические: уровень шума, излучение электромагнитных полей, воздействие статического электричества, недостаточная освещённость рабочей зоны;</li> <li>– психофизические: зрительное и эмоциональное напряжение, монотонность труда.</li> </ul> <p>Опасные факторы: поражение электрическим током.</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b>	<p>1. Анализ <b>вредных факторов</b>, проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Физические факторы: электромагнитное и ионизирующее излучение; микроклимат; освещение; шумы и вибрация.</li> <li>– Психофизические факторы: повышенная нагрузка на органы зрения; длительные статические нагрузки; монотонность труда.</li> </ul> <p>2. Анализ <b>опасных факторов</b> проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Электробезопасность: статическое электричество.</li> <li>– Пожаровзрыво- безопасность: неисправность ПЭВМ.</li> </ul> <p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– образование твердых и жидких отходов;</li> <li>– неоправданное потребление электроэнергии</li> </ul> <p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пожаровзрыво- безопасность;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul> <p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Окраска помещения в нейтральные тона.</li> <li>– Расположения персонального компьютера слева</li> </ul>
<b>Перечень расч-го и граф-го материала</b>	Расчет искусственного освещения для помещения, план размещения светильников, схема подвеса светильников над рабочей поверхностью.

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Дашковский А.Г.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4Г	Харьковская В.В.		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Энергетический институт  
Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
Уровень образования Магистратура  
Кафедра электрических сетей и электротехники  
Период выполнения (осенний семестр 2014/2015 учебного года – весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

<b>Магистерская диссертация</b>
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.11.2014	Поиск источников по теме исследования (базы данных, например, Elsevier – ScienceDirect, SCOPUS, eLIBRARY.RU, сайты научных, образовательных и промышленных центров)	5
30.11.2014	Перевод статей на русский язык	5
15.12.2014	Составление плана исследования	5
30.01.2015	Аналитический обзор источников по теме исследования. Классификация деловых игр (в том числе на английском языке)	20
30.05.2015	Описание методов и средств организации деловых игр в учебном процессе с применением программных комплексов, используемых для тренировок и проверки знаний оперативного персонала электроэнергетических предприятий (на примере дисциплины «Оперативное управление в электроэнергетике»)	20
01.12.2015	Разработка деловых игр по дисциплине «Оперативное управление в электроэнергетике»	30
01.04.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
01.05.2016	Социальная ответственность. Производственная и экологическая безопасность	5
10.05.2016	Анализ результатов и перспектив выполненного исследования	5

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭСиЭ	Фикс Н.П.	к.пед.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭСиЭ	Прохоров А.В.	к.т.н.		



## Реферат

Выпускная квалификационная работа 172 с., 12 рис., 22 табл., 15 источников, 5 прил.

Ключевые слова: оперативное управление в электроэнергетике, тренировка оперативного персонала, деловая игра, режимный тренажёр диспетчера, режим работы электроэнергетической системы.

Объектом исследования является процесс обучения студентов высшего учебного заведения с использованием тренажёра оперативного персонала.

Цели работы: обосновать, разработать и экспериментально проверить деловые игры в процессе обучения студентов в вузе.

В процессе исследования проводились: аналитический обзор источников по теме исследования; описание методов и средств организации деловых игр в учебном процессе с применением программных комплексов, используемых для тренировок и проверки знаний оперативного персонала электроэнергетических предприятий; разработка деловой игры; технико-экономические расчёты; анализ вопросов производственной и экологической безопасности.

В результате исследования разработана деловая игра по дисциплине «Оперативное управление в электроэнергетике».

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: деловая игра разработана в режимном тренажёре диспетчера «Финист».

Степень внедрения: планируется использование в учебном процессе для изучения дисциплины «Оперативное управление в электроэнергетике».

Область применения: высшие учебные заведения.

Экономическая эффективность работы: определена трудоёмкость научно-исследовательской работы, составлена смета на разработку проекта и рассчитана заработная плата.

В будущем планируется создание новых деловых игр на основе тренировок оперативного персонала.

## **Abstract**

Graduate qualification work 172 p., 12 fig., 22 tab., 51 sources, 5 adj.

Keywords: operational management in electric power engineering, training of operating personnel, business game, operator training simulator, regime of operation of electrical power system.

The object of research is educational process in higher education by using simulator of operating personnel.

The goals of work: confirmation, development and experimentally verification of the business games in the process of training of students in high school.

During the research was conducted: analytical review of the subject of research sources; description of methods and meaning of business games in educational process with the use of software packages, using for training and testing the knowledge of electric energy industries operating personnel; development of the business game; technical and economic calculations; analysis of the issues of industrial and environmental safety.

A result of research developed business game in discipline “Operational management in electric power engineering”.

The basic constructive, technological and technical-operational characteristics: business game developed in the mode simulator dispatcher “Finist”.

Degree of implementation: the plan is using the game during educational process in discipline “Operational management in electric power engineering”.

Application area: institutions of higher education.

Economic efficiency: the complexity scientific-research work, comprised cost plan for development of the project was determined and wages was calculated.

Future plans include the creation of new business games based on operating personnel training.

## Обозначения и сокращения

РТД – режимный тренажер диспетчера

ДИ – деловая игра

АРЧМ – автоматическое регулирование частоты и активной мощности;

АСДУ – автоматизированные системы диспетчерского управления;

АТ – автотрансформатор;

АЧР – автоматическая частотная разгрузка;

АЭС – атомная электростанция;

ВЛ – воздушная линия электропередачи;

ГАЭС – гидроаккумулирующая электростанция;

ЕЭС России – Единая энергетическая система России;

ЛЭП – линия электропередачи;

ОДУ – объединенное диспетчерское управление;

ОИК – оперативно-информационный комплекс;

ПА – противоаварийная автоматика;

РДУ – региональное диспетчерское управление;

РЗ – релейная защита;

УПАСК – устройства передачи аварийных сигналов и команд;

УРОВ – устройство резервирования отказа выключателей;

ЧАПВ – частотная автоматика повторного включения;

ЧДА – частотная делительная автоматика.

## Оглавление

Введение	14
Глава 1 Организация деловых игр в учебном процессе (на примере дисциплины «Оперативное управление в электроэнергетике»)	15
1.1 Требования к профессиональной подготовке студентов-электроэнергетиков	15
1.2 Классификация деловых игр	18
1.3 Процесс организации тренировок оперативного персонала	22
1.4 Программные комплексы, используемые для тренировок и проверки знаний оперативного персонала электроэнергетических предприятий	28
1.4.1 Тренажеры оперативных переключений	29
1.4.2 Режимные тренажеры диспетчера	36
1.4.3. Программный комплекс «АСОП-Эксперт»	43
1.5 Применение тренажёров оперативного персонала в учебном процессе	46
1.6 Выводы по главе 1	47
Глава 2 Деловые игры по дисциплине «Оперативное управление в электроэнергетике»	49
2.1 Общие вопросы организации деловых игр	49
2.2 Этапы конструирования и проведения деловой игры	51
2.3 Деловая игра «Восстановление нормального режима работы энергосистемы после аварийного отключения автотрансформатора на подстанции Маяк»	53
2.4 Противоаварийные тренировки	57
2.5 Оценивание результатов деловых игр и противоаварийных тренировок	59
2.6 Выводы по главе 2	66
Глава 3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	67
3.1 Определение трудоёмкости научно-исследовательской работы	67
3.2 Смета затрат на разработку проекта	71
3.3 Расчет заработной платы	73
3.4 Выводы по главе 3	76
Глава 4 Социальная ответственность. Производственная и экологическая безопасность	77
4.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)	77
4.2 Микроклимат	77
4.3 Шум и вибрация	78
4.4 Электромагнитные излучения	79
4.5 Ионизирующие излучения	81
	12

4.6 Освещённость	81
4.7 Электробезопасность	84
4.8 Пожарная и взрывная безопасность	86
4.9 Экологическая безопасность	87
4.10 Анализ опасных производственных факторов	88
4.11 Требования пожарной безопасности	90
4.12 Выводы по главе 4	93
Заключение	94
Список используемых источников	96
Приложение А Business Games in the Educational Process	102
Приложение Б Описание схемы для проведения деловых игр	117
Приложение В Оптимальное решение деловой игры	146
Приложение Г Программа противоаварийной тренировки	154
Приложение Д Программа противоаварийной тренировки	163

## Введение

Оперативное управление в электроэнергетике успешно функционирует, благодаря таким операционным процедурам, как сетевые инструменты моделирования энергосистемы.

Актуальность данной работы заключается в том, чтобы максимально приблизить тренировочную деятельность к реальной деятельности оперативного персонала без оказания воздействия на работающее оборудование. Эффективное оперативное управление в электроэнергетике сейчас является одним из важных аспектов всех успешных предприятий. Режимные тренажеры диспетчера для тренировок персонала используются для обучения в оперативном управлении. В настоящее время одним из используемых программных комплексов стал режимный тренажер диспетчера (РТД) «Финист».

Цель работы заключалась в обосновании, разработке и экспериментальной проверке деловых игр на РТД «Финист» в процессе обучения студентов в вузе.

В результате использования компьютерных учебно-деловых игр повышается способность решать сложные, разнообразные учебные задачи, которые положительно влияют на качество обучения студентов. Пользователи деловых игр активнее включаются в познавательную деятельность, успешнее осваивают учебные дисциплины, быстрее и эффективнее принимают решения в сложных ситуациях, что приводит в дальнейшем к умению прогнозировать и предвидеть ход событий.

Реализм тренировок является основным вкладом для безопасной, надежной и эффективной работы в реальных условиях.

# **Глава 1 Организация деловых игр в учебном процессе (на примере дисциплины «Оперативное управление в электроэнергетике»)**

## **1.1 Требования к профессиональной подготовке студентов-электроэнергетиков**

Энергетические компании сталкиваются с такими проблемами как, тяжелые погодные условия или отключение сети. Для решения этих проблем компании должны обеспечить обученность и готовность операторов обрабатывать различные сценарии.

Роль диспетчеров, которые должны принимать решения под давлением стресса, является одним из основных составляющих безопасности системы в целом. Нестабильность энергосистемы показала, что человеческий фактор может иметь экстремальные последствия.

РТД является ключевым инструментом для отработки сценариев по оперативному управлению и обеспечивает систему обучения, которая реалистично моделирует энергосистему и взаимодействует с обучаемым, имитируя события в центре управления. РТД отображает различные условия сети и имитирует события во время обучения.

Следует отметить, что основной функцией РТД является обучение персонала, отработка навыков и анализ действий. РТД позволяет выполнить системный подход к проблеме и определить причину возникновения нежелательных событий, а также выполнить корректирующие действия.

Так как выпускники энергетических вузов будут работать в электроэнергетических компаниях, существует необходимость обеспечения более направленного их обучения в области оперативного управления. Практика применения программного комплекса, предназначенного для подготовки оперативно-диспетчерского персонала электроэнергетических систем, показало свою эффективность для подготовки студентов-электроэнергетиков.

Основы обучения студентов с использованием компьютерной учебно-деловой игры включают: теоретико-структурные компоненты и сущностные характеристики деловых игр, условия оптимального использования деловых игр в

среде вуза, модель обучения с использованием деловых игр, направленного на формирование компьютерной компетенции студентов, компоненты, уровни, показатели и критерии сформированности компьютерной компетентности.

Образовательная среда вуза дополняется компьютерными учебно-деловыми играми. К особенностям компьютерных учебно-деловых игр следует отнести: совместную деятельность участников игры, исполняющих предусмотренные условиями игры роли; саморазвитие ситуации в компьютерной игре, в результате которого выполнение заданий предшествующего этапа влияет на ход последующего; наличие проблемности, конфликтных ситуаций; сочетание обучающего и воспитывающего эффекта посредством подчинения студентов нормам коллективных действий в компьютерной сетевой игре, контроль игрового времени [48].

Качество обучения студентов в образовательной среде тесно связано с формированием компьютерной компетентности у студентов, которая характеризует не только грамотность специалиста, но и грамотность в отношении программирования, подготовки новых программных продуктов и изменения существующих программ. Уровни сформированности компьютерной компетентности студентов в обучении в вузе с использованием деловых игр определяются взаимодействием студентов с средой моделирования. Активное взаимодействие наиболее полно проявляется на среднем уровне сформированности компьютерной компетентности, показателем данного уровня является применение технологий и компьютера как средства решения информационных задач в профессиональной деятельности. Результатом высокого уровня является развитие творческой деятельности, дополнение и изменение сценария деловых игр. Компьютерная компетентность способствует развитию аналитического мышления и самостоятельной учебной деятельности обучаемых, улучшению успеваемости по всем дисциплинам специальности и повышению активности участия в конкурсах, конференциях и олимпиадах.

Условия использования деловых игр в обучении студентов в вузе, способствующие повышению качества подготовки студентов к будущей профессио-



нальной деятельности, включают: программно-содержательные условия, которые обеспечивают разработку программ специального назначения, создание сюжета познавательной задачи, основанного на проблемном обучении и практическом применении теоретических знаний; методические условия, обеспечивающие применение активных методов обучения, согласование индивидуальных и групповых форм обучения; условия личностного развития, которые стимулируют переход внешней мотивации обучения во внутреннюю, активизируют мыслительные процессы обучающихся, обеспечивают повышение качества знаний и компьютерной грамотности участников игрового процесса;

Модель процесса обучения студентов с использованием деловых игр обеспечивает единство традиционных и компьютерных методов обучения. Модель процесса обучения студентов с применением компьютерных учебно-деловых игр основана на деятельностном, компетентностном и коммуникационном подходах к обучению. Двупланность компьютерной игровой учебной деятельности реализуется через достижение игровых целей, одновременно способствуя развитию личности будущего специалиста, достижению целей обучения и воспитания. Структурными компонентами компьютерного учебно-игрового обучения являются: методологический, организационный, содержательный, технологический, критериально-оценочный, корректировочный, результативный. Созданная на их основе образовательная среда способствует реализации целей современного образования: повышению качества обучения и формированию ключевых компетенций магистров.

Деловая игра как метод активного обучения применяется в высших учебных заведениях, в системах производственного обучения, повышения квалификации работников производства и управленческого аппарата предприятий и учреждений, где обучение направлено, на отработку конкретных умений действовать в четко очерченных реальных условиях, где структура профессиональной деятельности воссоздается через учебно-игровую модель производственной ситуации. Деловые игры способствуют прочному закреплению знаний студентов, активизации их мыслительной деятельности, развитию практических навыков и способностей [48].

## 1.2 Классификация деловых игр

Существует множество подходов к классификации методов и приемов моделирования, но основным является подразделение на физическое и математическое моделирование.

При физическом моделировании модель воспроизводит изучаемый процесс с сохранением его физической природы, и поэтому имеет ограниченное применение.

Математическое моделирование – это способ исследования различных процессов путем изучения явлений, имеющих различное физическое содержание, но описываемых одинаковыми математическими соотношениями.

Модели, используемые в задачах математического моделирования, можно условно разделить на три основных класса: аналитические, имитационные и нечёткие (семиотические). В первом случае устанавливаются формульные, аналитические зависимости между параметрами системы. Для описания этих зависимостей разработан язык алгебраических, дифференциальных, интегральных и др. уравнений. В терминах аналитических моделей поставлены и решены достаточно простые управленческие задачи, в основном планирования на макроинтервалах времени. Эти модели можно получить, например, в рамках математического программирования.

Для задач, требующих учета большего количества факторов, в том числе и случайных или нечётких (неопределённых), разработаны методы имитационного и нечеткого моделирования.

В целом ряде случаев (например, при моделировании работы диспетчера в больших системах, когда требуется учитывать не только аналитические связи и случайные факторы, но и широкий спектр пространственных, временных, причинно-следственных и других отношений), для автоматизации задач этого класса интенсивно развивается аппарат нечёткого (семиотического) моделирования.

Деловая игра – это имитация рабочего процесса, моделирование, упрощенное воспроизведение реальной производственной ситуации. Деловая игра содержит такие элементы, как: цели игры, сценарии игры, комплект ролей и функций игроков, правила игры, систему оценивания игры, методическое обеспечение. Эффективность использования такой сложной формы обучения как деловая игра, определяется четкостью выбора целей её применения, которые представляют первый важный шаг в разработке игровой модели [48]. Вторым элементом модели является сценарий игры. Сценарий состоит из следующих подструктур [49]:

1. Предмет игры.
2. Содержание противоречия или конфликта.
3. Способ генерирования событий в деловой игре.
4. Общая последовательность игры (блок-схема).
5. Двупланность.

Одним из основных требований, предъявляемых к сценарию, является связь между предметом игры в учебной деятельности и предметом будущей профессиональной деятельности. Сценарий конструируется для использования как обучаемыми, так и преподавателями, поэтому включение в него указания на предмет игры позволяет четко зафиксировать те процедуры, которые будут отрабатываться в игре. В определенной степени можно сказать, что, будучи связанным с объектом имитации, данный элемент сценария способствует созданию целевой установки на игру [49]. В сценарии деловых игр большое значение имеет создание проблемной ситуации. Задания должны включать в себя определенные противоречия, к разрешению которых обучаемый подводится в процессе игры.

Методика организации деловой игры включает следующие этапы: подготовительный этап, этап проведения, этап анализа и обобщения.

В структуре компьютерных учебно-деловых играх можно выделить четыре блока и три уровня:

- блок авторизации (ввод в игру, выбор темы);
- блок игровой механики (инструкции правил игр);
- блок обучения (интерфейс пользователя);

- блок оценки игровой ситуации (анализ и оценивание);
- оперативный уровень (управление клавишами);
- тактический уровень (степень сложности);
- стратегический уровень (итоговый результат).

Система классификации деловых игр дает возможность идентифицировать их в пространстве ряда признаков. В ДИ осуществляется особый способ эксперимента, эксперимент проводится в лабораторных условиях. При определенных обстоятельствах ДИ являются наиболее рациональным способом получения информации об объекте. Так, в опасных условиях проведения натурного эксперимента опасность может угрожать здоровью или жизни человека, например, в условиях его деятельности в агрессивной среде, либо она может угрожать существованию объекта деятельности человека, например, если это взрывоопасный объект. Иные обстоятельства возникают при отсутствии возможности проведения натуральных экспериментов. Например, в условиях проектирования самого объекта экспериментов, либо при больших масштабах объекта, либо при значительном ущербе от натуральных экспериментов. Можно выделить основные направления применения деловых игр:

- 1) игры для обучения студентов, получения студентами знаний, умений и навыков, а также для профессиональной ориентации и оценки профессиональной пригодности абитуриентов вузов;
- 2) для повышения профессиональной подготовки специалистов, а также для отбора специалистов при замещении вакантных должностей;
- 3) исследовательские игры для получения новых знаний;
- 4) игры для решения практических задач, включая выбор управленческих решений.

Приведенный перечень может быть существенно расширен.

Естественно, что назначение деловых игр предопределяет особенности их структуры, функций, моделируемых аспектов функционирования, сложности и иных свойств.

В процессе выполнения ДИ компьютер может выполнять различные функции. По признакам использования ПК, рационально выделить четырех типов деловых игр [24]:

1. Субъект управления – человек, объект управления – человек.
2. Субъект управления – компьютер с участием человека, объект управления – компьютер с участием человека.
3. Субъект управления – человек, объект управления – компьютер с участием человека.
4. Субъект управления – компьютер с участием человека, объект управления – человек.

В настоящее время в обучении студентов все большее применение находят информационные технологии с применением персональных компьютеров (ПК). В деловых играх человек активно взаимодействует с моделируемым объектом энергетики. Таким образом, создается виртуальная система, и студенты в этой системе могут выступать в роли управляемого объекта или в роли субъекта управления.

Специфику учебно-деловой игры определяют следующие положения [24]:

- описание объекта игрового моделирования;
- воссоздание структуры и функциональных звеньев профессиональной деятельности в игровой модели;
- моделирование в игре условий профессиональной деятельности, максимально приближенных к реальности;
- системное содержание учебного материала, представленного в имитационной модели профессиональной деятельности;
- совместная деятельность участников игры, выполняющих предусмотренные условиями игры роли;
- саморазвитие ситуации в игре, в результате которого выполнение заданий предшествующего этапа влияет на ход последующего;
- наличие проблемности, конфликтных ситуаций;
- сжатый масштаб времени, позволяющий за минуты воспроизвести то, на что в реальных условиях могут уходить месяцы;

- контроль игрового времени;
- наличие специально разработанной системы оценки хода и результатов игры;
- разработка правил, регулирующих ход игры;
- наличие соревновательного элемента;
- сочетание обучающего и воспитывающего эффекта посредством подчинения студентов нормам коллективных действий.

### **1.3 Процесс организации тренировок оперативного персонала**

В филиалах ОАО «СО ЕЭС» функционируют центры тренажерной подготовки персонала, в котором организованы следующие классы:

- Учебный, для проведения лекционных и практических занятий с обучающимся персоналом, оборудованный видеопроектором с экраном, интерактивной доской, документ-камерой и компьютерной техникой;

- Тренажерный, для проведения противоаварийных тренировок диспетчерского персонала, разделённый звукоизолирующей перегородкой на зоны для ведущих противоаварийную тренировку и тренирующихся. Класс укомплектован видеостеной, системой видеонаблюдения, комплексом регистрации диспетчерских переговоров, необходимыми средствами связи и компьютерной техникой, с установленными на них программными продуктами, имитирующими рабочее место диспетчера и отображающие режим работы объединённой энергосистемы;

- Предэкзаменационной подготовки, для проведения предэкзаменационной подготовки персонала, оборудованный компьютерной техникой, на рабочих местах установлен программный комплекс для обучения и проверки знаний «Эксперт-Диспетчер».

Противоаварийные тренировки подготавливаются на основании графиков проведения тренировок, списка рекомендованных тем, программ проведения тренировок.

На энергопредприятиях составляется годовой график проведения противоаварийных тренировок, в который включается в годовой план-график работы с персоналом предприятия и утверждается руководством в соответствии с табл.1. На основе графика тренировок предприятия составляется график тренировок структурного подразделения, куда дополнительно включаются тренировки, не связанные с другими подразделениями [27].

План-график подразделения согласуется с инженером-инспектором по эксплуатации, инженером по подготовке кадров и производственно-техническому обучению, инженером по технике безопасности и утверждается руководством. [27]

По каждому структурному подразделению предприятия ежемесячно разрабатываются графики проведения тренировок с учетом текущей производственной деятельности и годового графика. Месячные графики должны быть утверждены руководством структурного подразделения.

В месячных графиках должно быть указано: вид тренировки; дата проведения; участвующий персонал; руководитель [27].

Руководитель тренировки является ответственным за подготовку и проведение тренировок.

В качестве руководителя назначается лицо или его заместитель (указанное в табл.1). При проведении системных, общесетевых, районных и общестанционных тренировок из числа лиц, назначаются также руководители тренировок на участках. (указанное в табл.1) [27].

Таблица 1 – Структурные подразделения

Место проведения	Вид тренировки	Кем утверждается программа	Руководитель	Метод проведения	Участники тренировок
Объединенное диспетчерское управление	Межсистемная	Начальник ОДУ	Главный диспетчер ОДУ или начальник диспетчерской службы ОДУ	По схеме	Смена диспетчеров ОДУ вместе с подчиненным персоналом
	Диспетчерская	Главный диспетчер ОДУ	Главный диспетчер ОДУ или начальник диспетчерской службы ОДУ	По схеме	Смена диспетчеров ОДУ
Диспетчерское управление энергосистемы	Системная	Главный инженер ПОЭЭ	Главный инженер ПОЭЭ или начальник диспетчерской службы ПОЭЭ	По схеме	Смена диспетчеров энергосистемы с подчиненным персоналом
	Диспетчерская	Начальник диспетчерской службы ПОЭЭ	Начальник диспетчерской службы ПОЭЭ или его заместитель	По схеме	Схема диспетчеров энергосистемы
Электростанция	Общестанционная или блочная (объектовая противопожарная)	Главный инженер электростанции	Главный инженер электростанции и его заместитель	С условными и реальными действиями персонала	Персонал смены станции или блока
	Цеховая	Начальник цеха	Начальник цеха или его заместитель	С условными и овальными действиями персонала	Персонал смены цеха
Сетевые предприятия	Общесетевая или районная (объектовая противопожарная)	Главный инженер предприятия сетей (района)	Главный инженер или начальник оперативно-диспетчерской службы предприятия сетей (района)	С условными и реальными действиями персонала	Персонал смены предприятия сетей (района), ОВБ и ОРБ
	Диспетчерская	Начальник оперативно-диспетчерской службы	Начальник ОДС	По схеме	Смена диспетчеров сетей (района)



продолжение таблицы 1

Место проведения	Вид тренировки	Кем утверждается программа	Руководитель	Метод проведения	Участники тренировок
Электростанция с бесцеховой структурой	Общестанционная (объектовая противопожарная)	Главный инженер электростанции	Главный инженер электростанции	С условными и реальными действиями персонала	Персонал смены станции
	Участковая и подстанционная (объектовая противопожарная)	Начальник участка или подстанции	Начальники участков, подстанций	С условными и реальными действиями персонала	Оперативный персонал участка сетей или подстанции

При составлении перечня рекомендуемых тем тренировок необходимо ориентироваться на рекомендации [28]:

- аварий и случаев отказов в работе, происшедших в энергосистемах, на электростанциях и в сетях;

- возможных аварийных ситуаций на оборудовании, указанных в типовых инструкциях и других директивных документах по предупреждению аварий;

- имеющихся дефектов оборудования или возможных в практике ненормальных режимов работы данной электростанции, сетевого района или энергосистемы;

- сезонных явлений, угрожающих нормальной работе оборудования (грозы, гололед, преобразования, паводки и т.п.);

- ввода в работу нового, не освоенного в эксплуатации оборудования, новых электрических и тепловых схем и режимов.

Выбор темы тренировки должен производиться ее руководителем, а составление программы руководитель тренировки может поручить лицу, обладающему необходимыми знаниями и опытом.

Тема тренировки должна быть реальной по своему содержанию. Если тренировка производится на рабочем месте, то в качестве исходной схемы и режима работы оборудования рекомендуется принимать схему и режим, которые должны быть на рабочих местах к моменту начала тренировки. При этом следует дополнительно учитывать:

- изменение в схемах и режимах работы оборудования, вызванное производством ремонтных работ;
- наличие персонала на местах;
- состояние связи между объектами;
- конструктивные особенности оборудования.

Составляется подробная программа организации и проведения для выбранной темы тренировки. В программе должны быть указаны следующие основные показатели тренировки:

- вид тренировки и ее тема;
- дата, время, место проведения тренировки;
- метод проведения тренировки;
- фамилия, имя, отчество, должность руководителя тренировки;
- фамилия, имя, отчество, должность руководителя тушения пожара (для тренировок, совмещенных с противопожарными);
- список участников тренировки по каждому рабочему месту (фамилия, имя, отчество каждого лица);
- список посредников с указанием участка контроля фамилии, имени, отчества и должности (в качестве посредников должны назначаться работники, хорошо знающие схему и оборудование участка, а также инструкции, права и обязанности лиц, обслуживающих участок, причем количество участников тренировки, контролируемых одним лицом, определяется в каждом конкретном случае при составлении программы);
- цель проведения тренировки;
- условное время возникновения аварии;
- схема и режим работы оборудования до возникновения аварии с указанием отклонений от нормальных схем (режимов) работы оборудования;
- причины аварии, ее развитие и последствия;
- сбалансированное по времени описание оптимальной последовательности действий участников тренировки по ликвидации аварии (возможные варианты и их сравнительная характеристика);

- способ передачи вводной части тренировки, условных сигналов и сообщений по ходу тренировки;
- порядок пользования связью участниками тренировки;
- карта деятельности каждого участника тренировки.

К программе желательно приложить рекомендации по оценке и описание наиболее вероятных ошибочных действий тренирующихся.

Разработанная программа подписывается руководителем тренировки. В зависимости от вида тренировки утверждение программы производится лицом, указанным в табл. 1.

Программы системных, общесетевых и районных тренировок должны быть согласованы с руководителями участвующих предприятий. Программы общестанционных тренировок должны быть согласованы с руководителями участвующих структурных подразделений.

Если подготавливаемая тренировка будет проводиться не на рабочих местах, то следует проверить наличие и исправность технического оборудования, которое будет использоваться в процессе тренировки, и комплектность необходимой документации [27].

Перед проведением тренировки производится предварительный разбор программы с руководителями тренировки на участках и с посредниками, при этом уточняется порядок действий участников и обсуждаются возможные ошибки тренирующихся. Тема и программа тренировки оперативному персоналу, участвующему в ней, заранее не сообщаются.

Противоаварийная тренировка начинается по решению руководителя противоаварийной тренировки. Посредники сообщают участникам о происшедших изменениях в режиме работы энергосистемы, отключениях оборудования и т.п. в соответствии с программой противоаварийной тренировки. В процессе противоаварийной тренировки один из посредников (самостоятельно или с привлечением технологического персонала) посредством режимного тренажера диспетчера осуществляет ввод возмущений, неисправностей, имитацию отключения оборудования, включение сигнализации, вывод из работы автоматических

устройств, перевод оборудования в заранее заданные режимы и т.п. [27] в соответствии с программой противоаварийной тренировки с учетом действий участников противоаварийной тренировки. Противоаварийная тренировка заканчивается по решению руководителя противоаварийной тренировки. В завершении производится подведение итогов противоаварийной тренировки, с целью оценки правильности действий участников противоаварийной тренировки при ликвидации технологического нарушения, предусмотренного темой противоаварийной тренировки, обозначения мероприятий, способствующих повышению качества работы диспетчерского персонала и улучшению организации противоаварийных тренировок.

#### **1.4 Программные комплексы, используемые для тренировок и проверки знаний оперативного персонала электроэнергетических предприятий**

Современная мировая электроэнергетика, как и любая сложная технологическая человеко-машинная система, является сегодня не только возможным, но и периодически появляющимся источником техногенных аварий и катастроф. Причины дестабилизации человеко-машинных систем электроэнергетики различны и разнообразны, но, тем не менее, одной из основных причин является противоречие между все усложняющейся техникой и неизменными с древности свойствами и возможностями человека, что приводит к значительному увеличению влияния «человеческого фактора» на общую надежность энергообеспечения.

Таким образом, только при соответствующей регламенту организации обучения персонала и поддержания его производственной квалификации, оснащении объектов подготовки персонала высококачественными современными техническими средствами обучения и тренажерами может быть достиг-

нута высокая готовность персонала к выполнению его профессиональных функций и обеспечена надежная, со стороны человека, эксплуатация электрических станций и сетей.

#### **1.4.1 Тренажеры оперативных переключений**

Тренажеры оперативных переключений (ТОП) являются наиболее простыми из диспетчерских тренажеров и предназначены для приобретения навыков по управлению коммутационным оборудованием в распределительных устройствах электростанций и подстанций оперативным персоналом энергосистем, электростанций и подстанций. С помощью ТОП персонал тренируется в выполнении на модели энергетического объекта различных заданий: вывод в ремонт и ввод из ремонта присоединений и отдельных элементов оборудования, перевод присоединений подстанций с одной системой шин на другую, восстановление электроснабжения потребителей после аварийных отключений и т.п. При этом отрабатываются навыки и проверяются знания персоналом правил производства оперативных переключений, как в первичной схеме соединений энергетического объекта, так и в цепях вторичной коммутации [26].

##### **Тренажер оперативных переключений «TWR-12»**

Компьютерные тренажеры оперативных переключений, которые появились в последнее время, получили широкое распространение, к ним относится ТОП «TWR12» лаборатории экспертных систем (г.СергиевПосад). Тренажер этого класса представляет собой компьютерные программы, выполненные в операционной среде Windows.

Этот тренажер предназначен для обучения персонала энергетических объектов порядку проведения коммутационных переключений в электрической части схем электрических станций и подстанций. Также тренажер можно исполь-

зовать для самоподготовки, для аттестации персонала различного уровня и проведения конкурсов профессионального мастерства диспетчеров. Суть тренинга состоит в том, что обучаемый должен воспроизвести определенную последовательность действий при переключениях в электрической части энергообъекта в условиях нормальной работы или при аварийной ситуации на схемах подстанций, подобных тем, которые он обслуживает на своем рабочем месте [26].

В состав тренажера входит современная графическая подсистема, которая позволяет создавать схемы неограниченного размера с возможностью прокрутки схемы в окне, причем схемы могут разбиваться на функциональные блоки, включающие в себя отдельные части схемы, объединенные в многоуровневые иерархические схемы.

Тренажер может работать в режиме тренировки и экзамена с выполнением проверочных операций (например, проверка тока и напряжения по стрелочным приборам и с помощью измерительной штанги), с введением в последовательность действий телефонных переговоров между оперативным персоналом – участниками переключений. В тренажере используются все возможности, предоставляемые компьютерными системами – направление последовательности действий по нескольким альтернативным вариантам, проведение тренировок и экзамена с различным уровнем сложности, включение в тренировки элементов мультимедиа (рисунки, анимацию, звуки) [27].

Основные возможности «TWR-12» (рис.1):

- Создавать и сопровождать тренировки по переключениям на основе типовых программ переключений или в процессе предотвращения развития и ликвидации нарушений в энергосистеме с учетом операций во вторичных цепях, включая РЗА, в режимах обучения, обучения с рейтингом и в режиме экзамена. Во всех режимах пользователь может выполнять любые переключения и сопровождающие их операции, при условии, что они не противоречат ПТБ и требованиям типовых инструкций. Контроль выполняется на основе внутренней базы знаний «TWR12»;

- Создавать и печатать цветные схемы любых размеров;
- Автоматически создавать бланки переключений;

- Проводить тренировки персонала без создания сценариев тренировок - только на основе заложенных в систему схем, баз знаний функционирования РЗА и типовых инструкций по переключениям;
- Сопровождать все операции звуковыми и видео эффектами.

### Структура «TWR-12»

На TWR12 проводятся тренировки в сетевом и локальном режимах. Для работы в сетевом режиме используются версии TWR12\_Server, TWR12\_Client, TWR12\_Disp; для работы в локальном – TWR12\_Local.

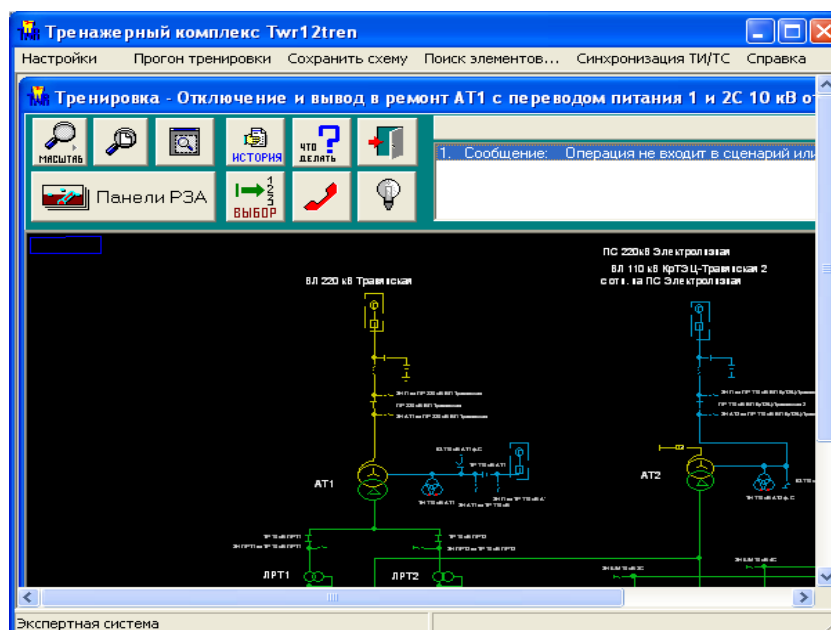


Рис. 1 Редактор тренировок.

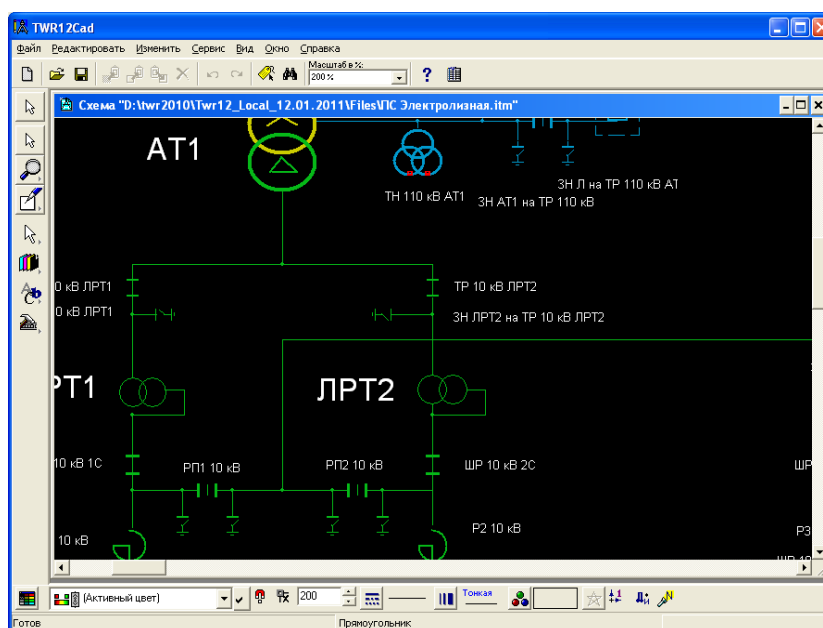


Рис. 2 Редактор схем.

Редактор схем позволяет (рис.2):

- Создавать и редактировать типовые графические элементы электро- и теплоэнергетических систем;
- Вносить в схемы элементы из палитры в свободном и фиксированном формате. При стыковке нового элемента к имеющимся линиям данный элемент (его составные части) получает цвет автоматически, в зависимости от цвета подходящей линии;
- Соединять элементы линиями (при этом автоматически формируется топологическая модель сети);
- Редактировать цвет элемента, линии, группы элементов;
- Изменять конфигурацию (протяженность) и толщину линий (шин);
- Изменять размер поля схемы и управлять параметрами и отображением точек и линий сетки;
- Вращать и изменять размер, двигать, копировать элементы и группы элементов;
- Изменять существующие и добавлять новые свойства элементам;
- Задавать внутренние (невидимые на схеме) имена (диспетчерские наименования) элементам схемы;
- Наносить и редактировать надписи (вращать, передвигать, изменять цвет, фон и его параметры);
- Связывать любой элемент с другой схемой (эффект вложенности). При этом электрическая связь устанавливается указанием соответствия выключателей и линий в режиме установки связей, когда обе схемы одновременно отображаются на экране;
- Создавать и редактировать панели РЗА, токовых цепей и сигнализации;
- Выполнять масштабирование схем.

Редактор - менеджер тренировок позволяет:

- Управлять состоянием элементов на схеме.



- Сопровождать операции демонстрацией работающего оборудования, звуковыми и видео файлами.
- Создавать и редактировать штатные и противоаварийные тренировки.
- Проводить тренировки в контрольном и учебном режимах. В учебном режиме тренажер по запросу генерирует и отображает на экране подсказку - сообщение об ожидаемом следующем действии. В контрольном режиме подсказка не генерируется.
- Задавать уровень контроля за соответствием выполняемых операций сценарию и выдавать соответствующих сообщений на экран и в протокол.
- Выполнять сетевой анализ состояния выбранного элемента схемы - его связь с генерацией, потребителем, КЗ, землей на фазе и т.д. В схемах с детализацией данный анализ выполняется с учетом всех используемых схем.
- Выполнять включение выключателей с синхронизацией для станций и подстанций.
- Организовывать проведение тренировок в сетевом режиме без ограничения на число рабочих мест.
- Выполнять все существующие операции в любом выбранном масштабе.
- Организовывать проведение контрольных тренировок без контроля сценария переключения. В этом режиме не нужно вводить операции сценария.

При необходимости можно задавать правила реакции схемы (работа РЗА, сигнализация) на определенные ситуации.

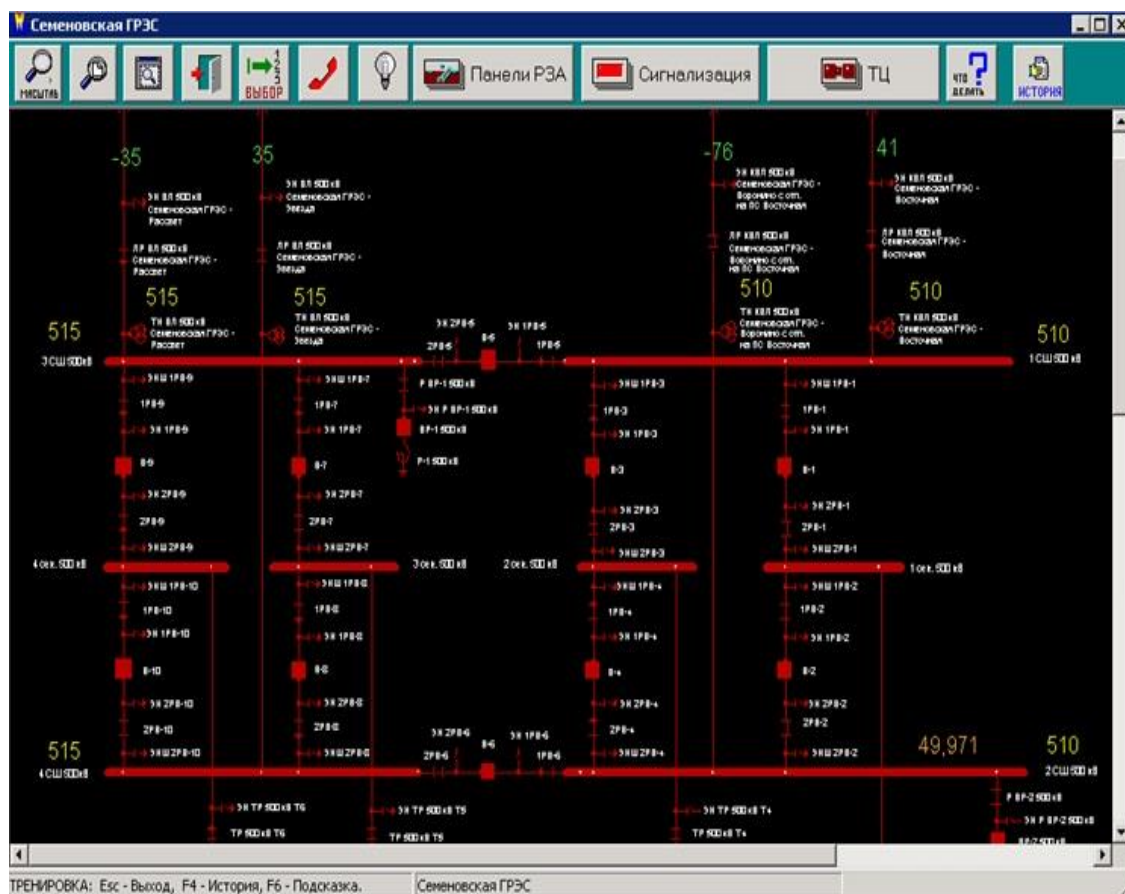


Рис. 3 Применение TWR12 с РТД «Финист».

По решению руководства СО на соревнованиях профессионального мастерства этап «Оперативные переключения в ЭУ» должен проводиться с использованием ТОП «TWR12» с учетом режимного фактора (рис.3).

### Тренажер оперативных переключений «Модус»

К компьютерным тренажерам оперативных переключений (ТОП), которые получили наиболее широкое распространение, относится ТОП фирмы Модус. Тренажер предназначен для обучения персонала энергетических объектов порядку проведения коммутационных переключений в электрической части схем электрических станций и подстанций. Также тренажер можно использовать для самоподготовки, для аттестации персонала различного уровня.

В состав тренажера входит современная графическая подсистема, которая позволяет создавать схемы неограниченного размера, причем схемы могут разбиваться на функциональные блоки, включающие в себя отдельные части схемы, объединенные в многоуровневые иерархические схемы.

Тренажер может работать в режиме тренировки и экзамена с выполнением проверочных операций, с введением в последовательность действий телефонных переговоров между оперативным персоналом – участниками переключений. В тренажере используются все возможности, предоставляемые компьютерными системами – направление последовательности действий по нескольким альтернативным вариантам, проведение тренировок и экзамена с различным уровнем сложности, включение в тренировки элементов мультимедиа (рисунки, звуки, анимацию) [29].

Тренажер позволяет моделировать энергообъекты различного уровня – от городских и распределительных сетей до электростанций и ЭЭС. Пользователями тренажера могут быть:

- Диспетчер ЦДУ, РРС, ОДУ, РДУ, МЭС, МРСК;
- Дежурный подстанции, ОВБ;
- Сотрудники электроцеха электрической станции;
- Диспетчер распределительной и городской сети;
- Сотрудники энергетических служб промышленных предприятий.

Цель тренинга состоит в том, чтобы обучаемый научился уверенно воспроизводить определенную последовательность действий при переключениях в электрической части энергообъекта в условиях нормальной работы и в аварийной ситуации, в зависимости от поставленной задачи.

Как правило, при проведении тренировок используется «свободный» режим, когда обучаемый выполняет действия с макетом без ограничения свободы, за исключением блокировок со стороны программы.

При ошибочных действиях обучаемого, приводящих к аварийной ситуации, вступает в действие модель РЗА. В данном тренажере она позволяет вос-

производить реакцию макета на аварийную ситуацию (работу защит, приводящую к отключениям), что позволяет продолжать тренировку после создания аварийной ситуации с целью выхода из нее. Второй функцией этой модели является воспроизведение последствий работы защит при моделировании аварийной ситуации (в противоаварийной тренировке). Для указания аварии достаточно указать место на схеме и тип неисправности или КЗ. Модель защиты формируется автоматически на основе анализа топологии схемы энергообъекта. При этом создаются списки узлов защит схемы (соответствующих энергообъектам – подстанциям на схеме сети), зон защит и взаимных блокировок [30].

### **1.4.2 Режимные тренажеры диспетчера**

#### **Режимный тренажер диспетчера «Феникс»**

Режимный тренажер диспетчера (РТД) Феникс представляет собой программный комплекс, предназначенный для подготовки оперативно-диспетчерского персонала электроэнергетических систем (ЭЭС). Он предоставляет широкие возможности по воссозданию оперативной обстановки, близкой к привычной для диспетчера среде.

В ходе тренировочного занятия существует возможность моделирования основных оперативных состояний ЭС, таких как – нормальные установившиеся режимы, установившиеся режимы с отклонением основных параметров режима за пределы допустимых значений, режимы с ненормальной частотой в сети, переходные режимы, связанные с нарушением устойчивости.

Тренажерный комплекс может использоваться на всех этапах подготовки: начальная подготовка, самостоятельная подготовка, подготовка на оперативную должность, специальная подготовка (поддержание квалификации оперативного и оперативно-ремонтного персонала), переподготовка на новую должность, квалификационные проверки знаний, противоаварийные тренировки смены с целью выработки навыков коллективных действий.

Тренировки могут ставить перед собой следующие цели:

- выработка навыков управления в типичных ситуациях;
- выработка навыков управления в условиях предаварийных и аварийных режимов;
- изучение поведения ЭЭС в конкретной ситуации, такой как: анализ режимов, проработка заявок на вывод в ремонт основного оборудования, проверка алгоритмов противоаварийной автоматики, оценка надежности прогнозных режимов [31].

Тренажер реализован на локальной сети ПЭВМ и включает рабочее место инструктора (ведущего тренировку) и несколько рабочих мест обучаемых (тренируемых). Программный комплекс режимного тренажера включает в себя интерфейс диспетчера, интерфейс инструктора, модель энергосистемы, модель диспетчерского пункта [32].

Интерфейс диспетчера предназначен для отображения оперативного состояния энергосистемы в процессе тренировки оперативного персонала и управления энергообъектами.

Интерфейс инструктора предназначен для управления имитационной моделью ЭЭС по ходу сеанса тренировки, внесения коммутационных изменений в схемы подстанций, изменения режима ЭС путем регулирования напряжения, загрузки – разгрузки блоков электростанций, переключения отпаяк РПН. Инструктор руководит ходом тренировочного занятия и играет роль подчиненного оперативного персонала, исполняя команды диспетчеров путем воздействия на имитационную модель ЭЭС через свой интерфейс.

Модель энергосистемы в тренажере «Феникс» представлена двумя уровнями: коммутационной моделью и режимной динамической моделью ЭЭС. Коммутационная модель ЭЭС включает коммутационную схему электрической части энергосистемы и алгоритм топологического анализа и формирования расчетной схемы замещения. Коммутационная схема включает в себя районные энергосистемы, подстанции, системы шин, выключатели, разъединители, линии электропередачи, автотрансформаторы, генераторы, реакторы, батареи конден-

саторов, а также электрические параметры элементов, входящих в схему замещения. Алгоритм топологического анализа формирует расчетную схему замещения ЭЭС, исходя из текущего состояния коммутационных аппаратов распределительных устройств станций и подстанций.

Режимная модель ЭЭС выполняет расчет полного электрического режима с определением напряжений в узлах, частоты, перетоков активной и реактивной мощностей по элементам сети, загрузку блоков электростанций. Расчет режима выполняется с использованием оригинального алгоритма расчетов длительной динамики в ЭЭС, что позволяет моделировать режимы с неноминальной частотой и напряжением, разделение ЭЭС на части и другие аварийные ситуации. В модели ЭЭС может задаваться работа системной и противоаварийной автоматики. До начала тренировки можно задать автоматически выполняемый сценарий тренировочного занятия (например, развитие аварийной ситуации). Модель диспетчерского пункта позволяет задействовать в тренировочном занятии средства отображения оперативной информации, используемые диспетчерами в обычном режиме работы. Это диспетчерские пульта, щиты, различные аварийные табло [32].

### **Режимный тренажер диспетчера «Финист»**

Режимные тренажеры предназначены для приобретения диспетчерским персоналом энергосистем и их объединений навыков по поддержанию параметров режима энергосистемы в заданной области в процессе управления нормальными режимами и в аварийных ситуациях, связанных с внезапными нарушениями баланса активной мощности и изменениями схемы сети. [5]

Режимный тренажер диспетчера (РТД) «Финист» представляет собой программный комплекс, предназначенный для подготовки оперативно-диспетчерского персонала электроэнергетических систем. Он предоставляет широкие возможности по воссозданию оперативной обстановки, близкой к привычной для

диспетчера среде и переводит тренировки на качественно новый уровень. Инструменты для технолога повышают качество подготовки тренировочного процесса, а инструмент проверяющего лица открывает путь к формализации оценивания хода и результатов тренировки, к повышению качества и объективности работы проверяющего [9].

Тренажер используется для проведения регулярных противоаварийных тренировок диспетчерского персонала Системного оператора, в ходе которых совершенствуются навыки ликвидации технологических нарушений, работы в послеаварийных режимах и в период восстановления нормального режима работы энергосистемы.

«Финист» пришел на смену тренажеру «Феникс», который использовался в качестве основного программного средства проведения противоаварийных тренировок диспетчерского персонала Системного оператора. Главным отличием нового тренажера стало максимальное приближение моделируемых условий к параметрам реальной энергосистемы. Схемы энергосистем, моделируемые на новом тренажере, могут содержать до 7000 узлов электрической цепи, что в 3 раза больше, чем в «Феникс». Кроме того, «Финист» интегрирован с оперативно-информационным комплексом (ОИК) диспетчерского центра Системного оператора, что позволяет использовать для тренировок модель энергосистемы, максимально близко повторяющую ЕЭС России.

Максимально точная модель энергосистемы, реализованная в тренажере «Финист», а также видеостена, мониторы и средства связи, идентичные тем, что используются в диспетчерских пунктах, воссоздают привычную для диспетчера рабочую среду. Проведение тренировки в условиях точной имитации рабочей обстановки позволяет повысить оперативность действий и качества выполнения оперативно-диспетчерских функций в реальных ситуациях.

Режимный тренажер должен обеспечивать моделирование режимов [10]:

- нормального - тренируемый решает задачу поддержания установленных значений частоты и напряжений с контролем допустимости потоков мощности по отдельным элементам сети;

- аварийного - поиск места не отключенного короткого замыкания и отделение его от основной неповрежденной части энергосистемы;
- утяжеленного - обычно послеаварийного;
- ликвидации опасной перегрузки элементов сети, восстановления нормальных значений частоты и напряжений, синхронизации разделившихся частей энергосистемы, восстановления полностью погашенной (подъем с нуля) энергосистемы, участка сети.

В состав РТ входят следующие модели:

- электрической сети энергосистемы с представлением нагрузок в узлах статическими характеристиками, отражающими зависимость электропотребления от напряжения и частоты;
- трансформаторов и автотрансформаторов с учетом изменения их коэффициентов трансформации под действием автоматики регулирования коэффициента трансформации;
- генераторов с учетом изменения их мощности под действием автоматических регуляторов частоты вращения, а агрегатов ТЭС и АЭС - с учетом переходных процессов в котлах и реакторах, должно учитываться также изменение мощности агрегатов под действием АРЧМ;
- противоаварийной и линейной автоматики (АПНУ, АЛАР, АЧР, АПВ, АВСН и других), осуществляющей отключение и включение соответствующих элементов сети, разгрузку электростанций и отключение нагрузки.

Основные прикладные модули «Финист»

Редактор модели применяется при создании и корректировке моделей энергосистем, формировании перечней оборудования и топологических связей. Включает средства экспорта-импорта данных, что обеспечивает интеграцию «Финиста» с другими автоматизированными системами центров управления.

АРМ технолога обеспечивает полный цикл подготовки тренировочной сессии (рис.4). Позволяет создавать проекты тренировок, включая данные, определяющие стартовый режим, специфический для данной сессии и сценария событий, происходящих в ходе тренировочной сессии (рис.5).



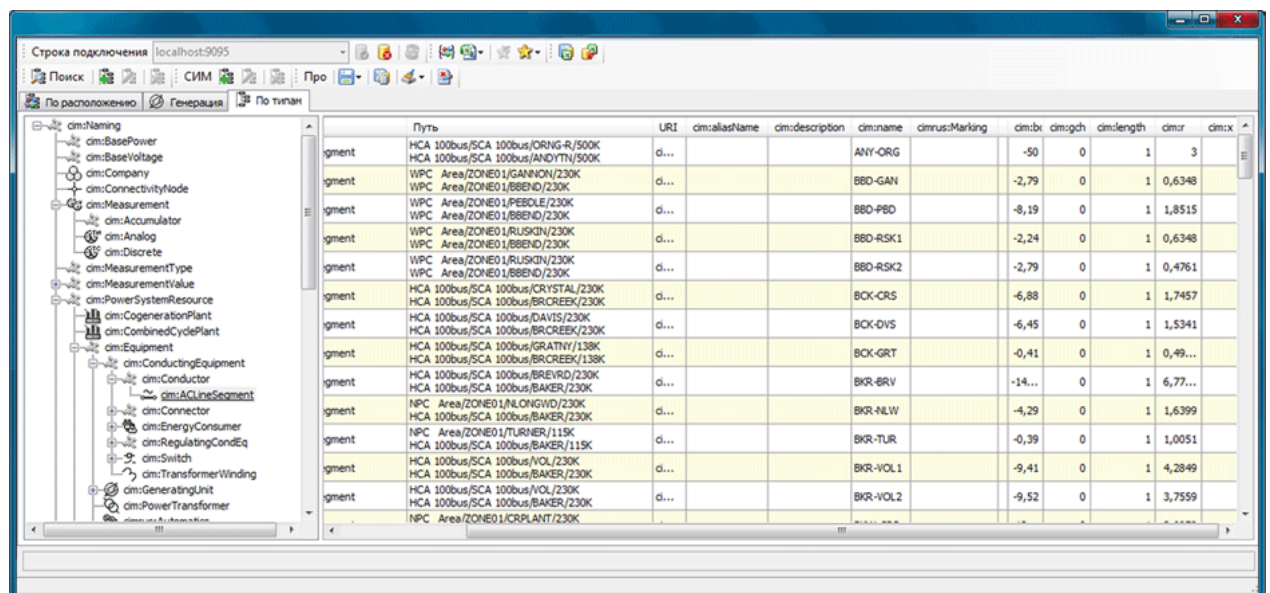


Рис. 4 АРМ Технолога

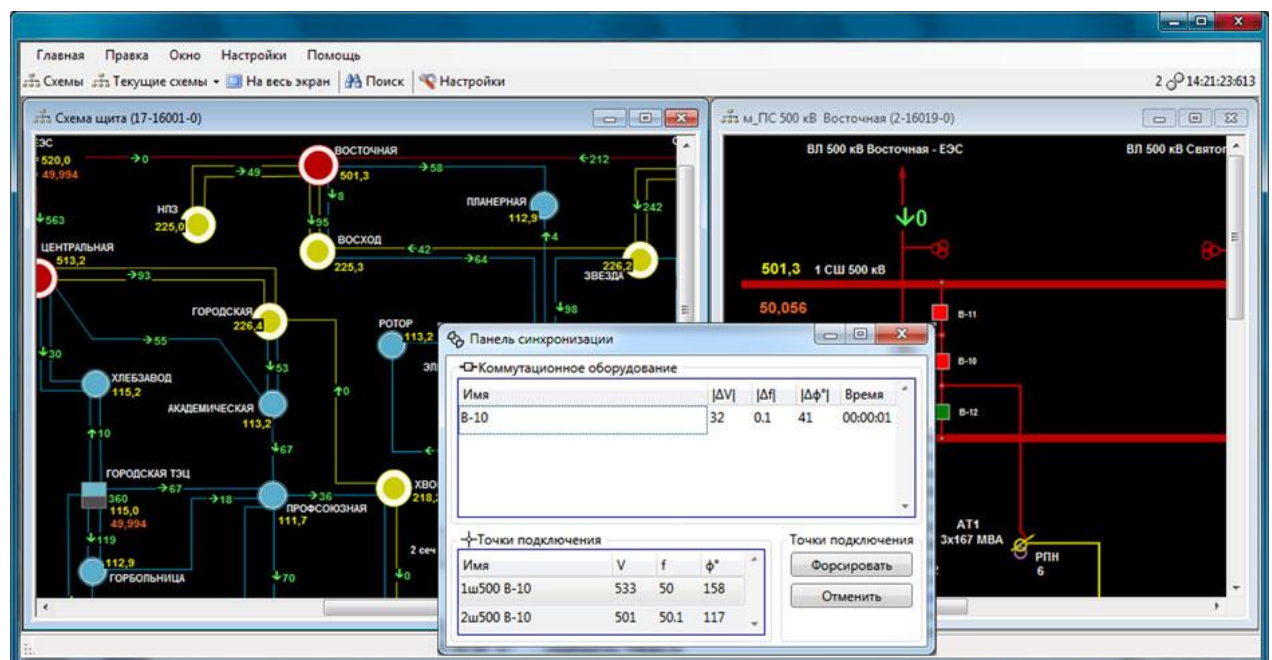


Рис. 5 Динамическая модель.

С помощью АРМ администратора тренировок происходит управление ходом тренировочной сессии: загружается расчётная схема, устанавливается связь со SCADA-системой, запускаются автоматика и сценарии, осуществляется управление временем, предоставляется доступ к протоколу тренировки.

АРМ диспетчера обеспечивает отображение состояния модели энергосистемы в табличном виде и на графических формах (рис.6). Обеспечивается возможность использования готовых графических форм.

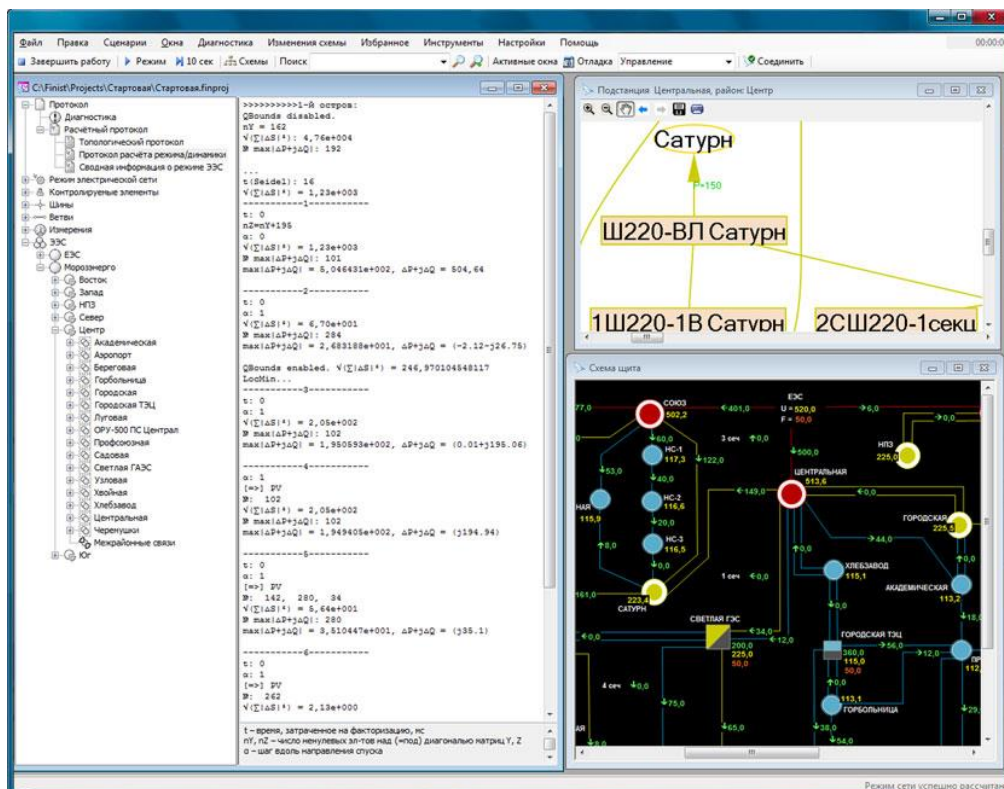


Рис. 6 Подготовка тренировки

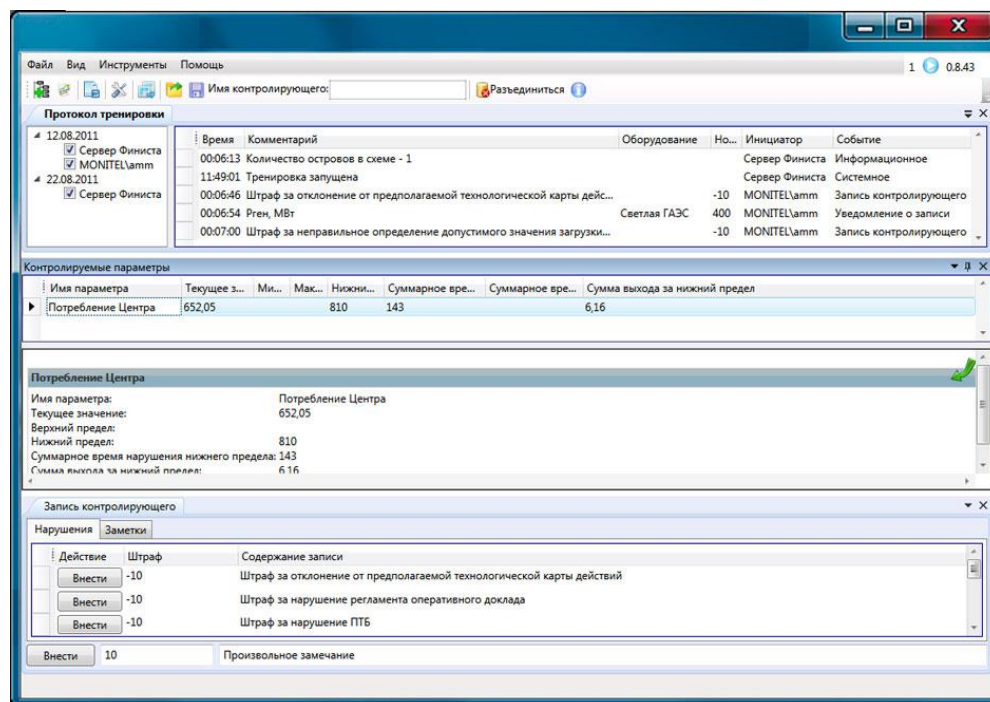


Рис. 7 АРМ Контролирующего лица.

АРМ контролирующего лица предоставляет средства поддержки оценивания результатов тренировки (рис.7). Он позволяет проверяющему лицу вносить в ходе тренировки ремарки, выставлать баллы за конкретные действия.

### 1.4.3. Программный комплекс «АСОП-Эксперт»

Программный комплекс (ПК) для автоматизированного обучения и проверки знаний персонала «АСОП-Эксперт» предназначен для обеспечения и оптимизации процессов обучения, поддержания квалификации и предэкзаменационной подготовки персонала энергетики.

Структурно ПК «АСОП-Эксперт» включает следующие элементы:

- электронную библиотеку нормативно-технической документации;
- базу тестовых заданий и программ обучения;
- модуль «АСОП-Эксперт» (Обучение) для проведения обучения и само тестирования;
- модуль «АСОП-Эксперт» (Тестирование) для проведения тестирования знаний;
- модуль «АСОП-Эксперт» (Конструктор) для конструирования тестовых заданий;
- модуль «АСОП-Эксперт» (Администрирование) для администрирования баз данных.

Разработка программного комплекса «АСОП-Эксперт» выполнена в среде Delphi 7.0; все программы являются Windows-приложениями с графическим интерфейсом пользователя, работающими с базами данных (БД) по клиент-серверной технологии. Для хранения и доступа к данным используется система управления базами данных (СУБД) Firebird 1.5. Для работы с электронной библиотекой на компьютере должен быть установлен браузер Internet Explorer.

Электронная библиотека комплекса «АСОП-Эксперт» обеспечивает систематизированное и структурированное хранение отраслевых нормативно-технических документов в электронной форме. Имя каталога, в котором размещается библиотека, выбирается произвольно, например, Lib. В этом каталоге размещаются подкаталоги по числу разделов библиотеки и файл Index.htm с оглавлением библиотеки.

Хранилище данных комплекса «АСОП-Эксперт» обеспечивает систематизированное хранение тестовых заданий и программ обучения, необходимых для организации изучения работниками предприятий правил, норм, инструкций и

распорядительных документов по технической эксплуатации, охране труда, пожарной безопасности, устройству и безопасной эксплуатации установок и т.п. и проведения их тестирования. [19]. Отличительной чертой базы данных является наличие в ее составе ссылок на разделы электронных документов библиотеки нормативно-технических документов, что позволяет обучаемому в процессе ознакомления с тестовым заданием получать прямой доступ к тексту нормативного документа.

Структурно хранилище состоит из трёх баз данных (БД):

- тестовых заданий и программ;
- сотрудников;
- протоколов.

Модуль «АСОП-Эксперт» (Обучение) обеспечивает проведение предэкзаменационной подготовки и значительно облегчает изучение положений нормативных документов за счет прямого доступа к электронной библиотеке.

№пп	Ответ
1	Общеобъектовая инструкция о мерах пожарной безопасности на предприятии
2	Правила взрывобезопасности при использовании мазута в котельных установках
3	Указания по разработке и согласованию проектов энергетических объектов в части противопожарных мероприятий
4	Планы и графики проведения противопожарных тренировок, обучения и проверки знаний персонала, технического надзора за системами пожарной защиты
5	Инструкции по обслуживанию установок пожаротушения и пожарной сигнализации
6	Инструкция по пожарной безопасности в цехах, лабораториях, мастерских, складах

Рис. 8 Тестирование

Модуль «АСОП-Эксперт» (Тестирование) реализует одну из основных функций программного комплекса «АСОП-Эксперт» - тестирование знаний обучаемых (рис.8). Помимо собственно проведения тестирования дополнительно реализовано:

- ведение списков: предприятий, должностей и тестируемых;
- подготовка необходимых данных для проведения тестирования;

- анализ результатов тестирования с возможностью обращения к электронной библиотеке;
- вывод на печать или в файл протоколов установленной формы.

Модуль «АСОП-Эксперт» (Конструктор) предназначен для методистов-разработчиков тестовых заданий и является основным инструментом для работы с базой тестовых заданий и программ обучения. Он поддерживает следующий набор функций:

- ведение справочников тем, документов, типов тестирования, предприятий, должностей и тестируемых;
- создание и редактирование тестовых заданий;
- создание программ обучения из заданной совокупности тестовых заданий;
- создание и редактирование тестов;
- корректировку и удаление ранее созданных программ;
- просмотр и удаление протоколов;

Модуль «АСОП-Эксперт» (Администрирование) предназначен для специалистов, ответственных за эксплуатацию и развитие информационных хранилищ (администраторов баз данных). В текущей версии модуль может работать, только если он установлен на том же компьютере, что и СУБД Firebird и базы данных. Модуль поддерживает следующий набор функций:

- управление обновлениями баз данных (подготовка и прием обновлений);
- резервное копирование базы данных.

## 1.5 Применение тренажёров оперативного персонала в учебном процессе

Для обеспечения высокого уровня подготовки, разработан курс по оперативному переключению в электроэнергетике. Использование режимного тренажера диспетчера обеспечивает фундаментальную подготовку для будущих диспетчеров.

Предварительно обучение – базовый тренинг может быть предусмотрен, чтобы все студенты обладали аналогичным уровнем знаний. Проверка знаний может быть сделана с интерактивными упражнениями на тренажерах.

Дополнительные занятия – студенты могут самостоятельно участвовать в деловых играх с получением результатов, поставленных инструктором обучения, чтобы углубить понимание.

Обучение с РТД позволит знать:

- схемы соединений основной электрической сети энергосистемы;
- принцип построения защит, автоматики, управления и сигнализации;
- главные электрические схемы электростанций и транзитных электроподстанций энергосистемы;
- технические характеристики, нормальные, аварийные и послеаварийные режимы эксплуатации, технико-экономические показатели работы основного оборудования электростанций и сетей энергосистемы;
- принципы размещения, назначение и влияние системной автоматики на режим работы энергосистемы [19];
- проверять оборудование и показатели для выявления доказательств операционных проблем;
- регулирование элементов управления;
- производить запуск и остановку оборудования по мере необходимости.

Реальная система моделирования обеспечивает студентам хорошую среду для практики их дальнейшей деятельности.



Одна из самых важных задач, гарантировать безопасность энергосистемы. Нормальное состояние энергосистемы или состояние неисправности точно имитируются в системе. Участники игр могут сделать все виды операций в системе моделирования. РТД будет также реагировать на действие их шагов. Конкретные аварии в энергосистеме могут быть вызваны инструктором в ходе игры, таким образом, участники могут быть хорошо обучены решать различные виды аварий и неисправностей.

Для того, чтобы решить эти проблемы, в системе обучения применяется РТД «Финист», который может полностью удовлетворить эти требования. После того, как инструктор задает неисправность в системе, участники должны выполнить правильные действия, чтобы изолировать неисправность. Процесс игры отображаются в отдельном интерфейсе АРМ Диспетчера. Инструктор может отслеживать и контролировать процесс обучения в АРМ Администратора. Во время обучения, инструктор может также установить различные виды неисправности случайно, таким образом, участники могут быть обучены более углубленно и избежать в дальнейшем несчастных случаев. Одним словом, АРМ Администратора позволяет инструктору принять участие в проведении игры от начала до конца, что позволяет сделать обучение более гибким и эффективным.

## **1.6 Выводы по главе 1**

В настоящей главе проанализированы существующие требования к профессиональной подготовке студентов с использованием компьютерных технологий. Рассмотрен процесс противоаварийных тренировок, на основе которых были предложены адаптированные деловые игры. А также получена и обобщена классификация деловых игр.

Для дальнейшего использования в диссертационной работе компьютерного тренажера было сделано сравнение наиболее известных современных про-

граммных комплексов, которые используются для тренировок оперативного персонала энергопредприятий – коммутационный тренажеры (оперативных переключений) «TWR-12» и «Модус», РТД «Финист» и «Феникс», программный комплекс «АСОП-эксперт».

Подтверждена правильность и обоснованность использования тренажеров оперативного персонала для подготовки студентов-энергетиков в учебной среде на основе подготовки оперативного персонала с помощью противоаварийных тренировок.



## **Глава 2 Деловые игры по дисциплине «Оперативное управление в электроэнергетике»**

### **2.1 Общие вопросы организации деловых игр**

Проведение деловых игр с использованием технических средств позволит:

- максимально приблизить тренировочную деятельность к реальной деятельности оперативного персонала, без оказания воздействия на работающее оборудование;
- повысить эффективность контроля и оценки участников деловой игры.

Использование технических средств обучения дополняет и повышает эффективность учебного процесса, при этом польза от их применения возрастает по мере приближения характеристик технических средств обучения к характеристикам рабочих мест оперативного персонала. Наибольший эффект учебного процесса достигается на тренажерах-копиях, щиты управления которых подобны рабочему месту [28].

Полнота решения тренировочных задач при использовании технических средств обучения не должна зависеть от ограниченности их функциональных возможностей. Это требует ориентации каждой темы и программы тренировки на полную аварийную задачу. Операции управления оборудованием, которые не могут быть реализованы с помощью примененных технических средств обучения, должны воспроизводиться условно, например, в виде доклада контролирующему лицу [28].

Перед началом тренировки ее участникам сообщается вводная часть, в которой указываются [28]:

- особенности оперативного контура технических средств обучения, имеющиеся условности и упрощения;
- общая характеристика исходного режима;
- отклонения от нормальной схемы;
- порядок использования связи;
- способ оценки действий тренирующихся.

Тренировка начинается с подачи руководителем деловой игры сигнала.

В процессе ДИ руководитель игры или посредник с места управления тренировкой осуществляют ввод возмущений, неисправностей, имитацию остановок механизмов, включение сигнализации, вывод из работы автоматических устройств, перевод оборудования в заранее заданные режимы и т.п., в соответствии с программой ДИ и с учетом конкретной деятельности участников тренировки.

Окончание ДИ осуществляется по команде руководителя. При этом ведется сбор и учет регистрирующей информации по контролю и оценке тренировочной деятельности.

Инструктор готовит деловую игру, используя систему подготовки исходных данных АРМ Технолога, и проводит учебные или зачётные сеансы. К проведению деловой игры при необходимости может привлекаться посредник или несколько посредников. Это позволяет инструктору сосредоточиться на контроле действий оперативного персонала.

Инструктор руководит ходом игры, выполняет роль руководства ЭЭС и, одновременно, вместе с посредником выполняет функции подчинённого по отношению к диспетчерам персонала, имитируя приём и исполнение команд диспетчеров на объектах ЭЭС. В модель ЭЭС вводятся соответствующие управляющие воздействия: коммутационные изменения в схемах распределительных устройств станций и ПС; изменение управляемых параметров (регулирование активной мощности агрегатов электростанций, смена уставок АРВ генераторов электростанции, изменение положения РПН автотрансформаторов, отключение/включение нагрузки в узлах ЭЭС) [6].

Для управления сеансом инструктор имеет возможность получать дополнительную информацию: отображать подробный электрический режим отдельных узлов ЭЭС; просматривать перечень событий, заданных в сценарии, с указанием выполненных и ожидающих выполнения событий; просматривать сообщения о работе противоаварийной автоматики.

Для обучаемого (тренируемого) диспетчера в учебном или зачётном сеансе можно выделить три этапа.

Первый этап – период уяснения исходного оперативного состояния схемы и режима ЭЭС. На этом этапе диспетчер активно работает с интерфейсом диспетчера (программа АРМ Диспетчера) и вызывает на связь инструктора и (или) посредников для уточнения режима работы и состояния оборудования объектов ЭЭС, по которым в интерфейсе диспетчера и на тренировочном щите отсутствует текущая информация, а также для уточнения состояния схемы.

Второй этап – период развития аварийной ситуации по сценарию игры при участии противоаварийной автоматики, во время которого обучаемый оценивает сложившуюся ситуацию и намечает план ликвидации аварии. Оценка ситуации производится на основе информации, получаемой при помощи интерфейса диспетчера и с тренировочного диспетчерского щита, а также по сообщениям с мест, которые воспроизводят инструктор и посредник.

Третий этап – период ликвидации аварийной ситуации и восстановления оперативного состояния ЭЭС. Диспетчер реализует план ликвидации аварии посредством выдачи команд на объекты, которые вводит в модель инструктор и посредник, управляя моделью ЭЭС. Возможен и самостоятельный ввод команд управления диспетчером со своего рабочего места через интерфейс диспетчера. Результаты исполнения команд диспетчер отслеживает на экране дисплея своего интерфейса, а также на щите [12].

Деловая игра завершается анализом действий диспетчера. Для анализа деловой игры можно вывести на печать протокол тренировки с записями о событиях и управляющих воздействиях, которые происходили в определённые моменты времени.

## **2.2 Этапы конструирования и проведения деловой игры**

Для конструирования и проведения деловой игры были выполнены следующие этапы:

Этап программирования и создания сценария ДИ

#### Разработка сценария ДИ:

- план ДИ, разработка модели обучения в ДИ;
- общее описание ДИ и программной реализации, разработка модели предметной области;
- перечень целей обучения, иерархия понятий, варианты инструктажа в образовательном сайте;
- подготовка технического и программного обеспечения, диагностики характеристик обучаемого.

#### Ввод в ДИ:

- постановка проблемы, целей ДИ;
- условия многопользовательской игры, инструктаж ДИ;
- правила ДИ;
- выбор роли;
- формирование групп при некоторых вариантах игры;
- консультации.

#### Этап проведения ДИ

##### Индивидуальная и групповая работа над ДИ:

- работа с компьютерной программой в классах;
- обсуждение действий;
- анализ, решение и моделирование учебно-профессиональных заданий.

Этапы конструирования и проведения деловой были выполнены на основе противоаварийных тренировок на предприятиях.

Таким образом, структура ДИ, также, как и структура противоаварийных тренировок, состоит из цели, содержания, сюжета и сценария, правил, средств, игровых действий и оценки, которые интегрируется в три блока - игровой среды, блока взаимодействия с играющим и блока оценки игровой ситуации.

### **2.3 Деловая игра «Восстановление нормального режима работы энергосистемы после аварийного отключения автотрансформатора на подстанции Маяк»**

Аварийная ситуация: Потеря оперативного тока в цепях управления выключателей всех присоединений ОРУ 110 кВ ПС 200 кВ Маяк. Аварийное отключение АТ-1 на ПС 220 кВ Маяк. Отключение ВЛ 500 кВ Святогорская ГРЭС - ЭС-3 с выделением на изолированную работу Восточной и Южной частей операционной зоны Финист РДУ.

Цель деловой игры: Отработка мероприятий по ликвидации технологических нарушений, связанных с повреждениями электросетевого оборудования и разделением энергосистемы на части. В деловой игре необходимо не допустить развития нарушения электрического режима в ЭС, выявить все отклонения параметров послеаварийного электрического режима от нормальных значений и привести параметры электрического режима к нормально-допустимым значениям.

Организацию действий участников деловой игры и контроль ее хода проводит ведущий – Оператор-инструктор.

Передача вводных, условных сигналов и сообщений по ходу деловой игры осуществляется ведущим деловой игры и участниками на местах голосовым способом.

В деловой игре принимают участие восемь человек. Минимальное количество студентов-участников может быть трое человек и оператор-инструктор. Схема рабочих мест участников деловой игры приведена в табл. 2.

Таблица 2 – Схема рабочих мест участников деловой игры

<b>Диспетчерский пункт ЦДУ ЕЭС</b>		
<b>ФИО</b>	<b>Должность</b>	<b>Примечания</b>
	1 Главный диспетчер	Ведущий деловую игру
<b>Диспетчерский пункт ОДУ ОЭС</b>		
	2 Диспетчер	Участник
	3 Посредник	–
<b>Диспетчерский пункт Финист РДУ</b>		
	4 Диспетчер	Участник
	5 Посредник	–
<b>Диспетчерский пункт РДУ ЭС-1</b>		
	6 Диспетчер	Участник
	7 Посредник	–
	<b>8 Оператор-Инструктор</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Оперативный персонал МЭС ОЭС;</li> <li>• Оперативный персонал подстанций 500-220 кВ Финист ПМЭС;</li> <li>• Оперативный персонал ЦУС Финист РСК, НСС ГРЭС, НСС ГЭС, НСС ТЭЦ;</li> <li>• Оперативный персонал ПМЭС ЭС-1.</li> </ul>	–

Порядок взаимодействия участников деловой игры следующий:

1. Участники деловой игры взаимодействуют между собой и отслеживают режим напряжений и режимные перетоки мощности, ведут оперативные переговоры в соответствии с нормативными документами.
2. Диспетчер все свои действия (команды) по изменению состояния коммутационных аппаратов, генерации электростанций, уровней напряжения с помощью генераторов и синхронных компенсаторов, электропотребления (величины мощности отключения и включения) сообщают своему посреднику.
3. Посредник сообщает инструктору команды, поступающие от диспетчера.
4. Инструктор вводит поступающие от посредников команды в ведущий компьютер и сообщает им об исполнении команды.
5. Посредник, после получения сообщения от инструктора об исполнении команды, отслеживает вместе с диспетчером изменение схемы и режима на мониторе компьютера.

6. Сведения о сработавших устройствах РЗА, ПА и другие справочные материалы Диспетчер получает от своего посредника.

7. При возникновении какой-либо неясности, посредник выясняет сложившуюся ситуацию у ведущего.

В отчёте указывается условное время аварийного отключения ВЛ 220 кВ.

Схема и режим работы ФинистЭнерго до возникновения технологического нарушения:

Температура наружного воздуха в ФинистЭнерго соответствует  $+25^{\circ}\text{C}$ , земли  $+15^{\circ}\text{C}$ .

Поддержание частоты на уровне 50,00 Гц и регулирование частоты в ЕЭС осуществляется диспетчером ЦДУ ЕЭС.

Отклонения от нормальной схемы

Выведено в ремонт следующее электросетевое оборудование:

- ВЛ-500 кВ Восточная – ЕЭС (аварийная готовность – 3 часа, переток мощности равен 0);

- АТ-2 220/110 кВ ПС Маяк (аварийная готовность – 4 часа);

Отключено в ремонт следующее электрогенерирующее оборудование:

- Святогорская ГРЭС ТГ-3 (КР, аварийная готовность – срок заявки);

- Южная ГРЭС ТГ-4, СРМ- 50 МВт (аварийная готовность – 2 часа).

Остальное электрогенерирующее оборудование ЭС ОЗ Финист РДУ находится в работе с загрузкой по диспетчерскому графику либо в оперативном резерве.

Примечание: Для открытия принципиальной схемы любой ПС (рис. 3.19-3.23) необходимо кликнуть левой кнопкой мыши по прямоугольнику с названием ПС.

Нагрузки ТЭС, ГЭС, резервы мощности:

ТЭС – 3425 МВт, ГЭС – 400 МВт; потребление – 4087 МВт.

Резервы на загрузку ТЭС:

Южная ГРЭС – 50 МВт; ЭС-1 – 50 МВт; ЭС-2 – 120 МВт; ЭС-3 – 30 МВт.

Резервы на загрузку Светлой ГЭС: нет.

Резервы на разгрузку ТЭС:

Северная ТЭЦ – 350 МВт; ТЭЦ МК – 120 МВт; Городская ТЭЦ – 180 МВт; ТЭЦ Текстиль – 50 МВт; Святогорская ГРЭС – 450 МВт; Южная ГРЭС – 150 МВт; ЭС-2 – 200 МВт.

Резервы на разгрузку Светлой ГЭС – согласно нормативным документам.

Наличие отключённых потребителей: нет.

Вводная участникам деловой игры:

На ПС 220 кВ Маяк аварийно отключился АТ-1.

Вследствие потери оперативного тока в цепях управления выключателей всех присоединений ОРУ 110 кВ отключились ВЛ 110 Маяк – Ткацкая со стороны ПС 110 кВ Ткацкая, ВЛ 110 кВ Маяк – Динамо со стороны ПС 110 кВ Динамо, ВЛ 110 кВ Маяк – Прожектор со стороны ПС 110 кВ Прожектор, ВЛ 110 кВ Маяк – Нагорная со стороны ПС 110 кВ Нагорная, ВЛ 110 кВ Маяк – Ударная со стороны ПС 110 кВ Ударная.

Одновременно ложным действием ДФЗ односторонне со стороны ЭС-3 отключилась ВЛ 500 кВ Святогорская ГРЭС – ЭС-3.

В ЭС-3 выключатели В1 ВЛ 500 кВ Святогорская АЭС-ЭС-3, В2 ВЛ 500 кВ Святогорская АЭС-ЭС-3 отключены всеми фазами, без замечаний.

На ПС 220 кВ Маяк выключатели В2 КВЛ 220 кВ Бородино-Маяк, В1 ВЛ 220 кВ Святогорская АЭС-Маяк I цепь, В1 ВЛ 220 кВ Святогорская АЭС-Маяк II цепь отключены всеми фазами, без замечаний.

В результате произошедших событий Восточная часть Морозовской ЭС совместно с ЭС-2 и Южная части Морозовской ЭС совместно с ЭС-3 выделились на изолированную работу. При этом Восточная часть выделилась с избытком мощности. Частота в Восточной части установилась на уровне 50,2 Гц. Южная часть выделилась с дефицитом мощности. Частота в Южной части установилась на уровне 49,8 Гц.

Общей задачей участников деловой игры является ввод послеаварийного режима ФинистЭнерго в допустимую область. Параметры, выходящие за допустимую область, и параметры границ этой области характеризуются следующими количественными показателями:



- 1) снижение частоты до 49,8 Гц, в конце решения задачи частоту следует привести к заданной уставке 50,00 Гц;
- 2) уменьшение падения напряжения на подстанциях в Западной части;
- 3) отключение АТ-1 на ПС Маяк;
- 4) токовые перегрузки ВЛ 220 кВ;
- 5) напряжения в сети Западной части ниже нормативного минимума 210, 105 кВ;
- 6) введено в эксплуатацию резервированное оборудование для снижения дефицита питания;

Конкретные действия участников по вводу послеаварийного режима в допустимую область формируются и выполняются в ходе деловой игры. Подробные методические рекомендации по работе с тренажёром «Финист» изложены в Приложении Б.

## **2.4 Противоаварийные тренировки**

В филиале ОАО «СО ЕЭС» «Объединенное диспетчерское управление энергосистемами Сибири» было принято участие в разработке и проведении противоаварийных тренировок: «Выделение на изолированную работу Западной части Морозовской энергосистемы с дефицитом мощности, в результате аварийного отключения ВЛ 220 кВ и систем шин 220 кВ», «Погашение несколько подстанций и ТЭЦ НПЗ с потерей собственных нужд в условной Морозовской энергосистеме».

Разработанные противоаварийные тренировки представлены в приложениях Г и Д.

Целями проведения противоаварийных тренировок являлись проверка готовности диспетчерского персонала к деятельности в сложной режимной обстановке в условиях ограниченного времени на решение задач диспетчерского

управления, повышение эффективности действий персонала при ликвидации нарушений нормального режима.

Кроме того, отработка диспетчерским персоналом действий по ликвидации технологического нарушения режима работы энергосистемы:

- Подготовка режима работы энергосистемы для вывода в ремонт оборудования.
- Недопущение развития аварии в результате возникновения токового перегруза ВЛ 220 и 110 кВ, возникшего в результате аварийного отключения оборудования.
- Восстановление качества частоты электрического тока в допустимых пределах.
- Выявление и вывод из схемы поврежденного оборудования.
- Правильный порядок опробования напряжением отключившегося оборудования.
- Синхронизация отделившихся частей.
- Включение отключившихся электропотребителей.
- Создание надёжной послеаварийной схемы.
- Восстановление нормального режима работы субъектов рынка

Тренировки выполнены в условной Морозовской энергосистеме с диспетчерским персоналом по курсу подготовки персонала «Предотвращение развития и ликвидация нарушений нормального режима электрической части энергосистем». Использована Морозовская энергосистема, так как управление тренировкой произведено с помощью приложения Диспетчер РТД «Феникс» (disp.exe), который сохраняет все заложенную в эту программу функциональность. Наблюдение производилось из РТД «Феникс», для этого был настроен модуль Финист-Феникс

## **2.5 Оценивание результатов деловых игр и противоаварийных тренировок**

Система оценки деловой игры строится на основе оценки качества и эффективности принятых решений, их аргументированности.

Выбирая методы оценивания тренировок, важно не упускать из виду ее цели, а именно: оценка эффективности труда персонала и соответствия их занимаемым должностям, а также выявление перспективных сотрудников для их подготовки и продвижения. Из такого понимания целей проверки логично вытекает деление методов оценивания персонала на составляющие [50]:

- оценка труда
- оценка персонала
- описательный метода оценки
- рейтинг или метод сравнения
- метод заданного распределения
- тестирования
- метод оценки по решающей ситуации

Для оценивания тренировок на энергопредприятиях используется метод оценки по решающей ситуации, где специалисты по оценке готовят список описаний "правильного" и "неправильного" поведения персонала в типичных ситуациях - "решающих ситуациях". Эти описания распределяются по спискам в соответствии с характером работы.

Оценку же игровой деятельности учебной группы в целом осуществляет преподаватель, являющийся руководителем деловой игры в соответствии со следующими критериями: соответствие задачам и условиям ДИ; соблюдение регламента по времени; принятие самостоятельных решений участников; аргументированность принятых решений в процессе итоговой дискуссии.

Балльная оценка определяется в зависимости от количества баллов, предусмотренных балльно-рейтинговой системой оценки знаний по дисциплине за данный вид работы студентов. Технологическая карта оценивания представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Технологическая карта

Действия персонала	Отметки о выполнении		Комментарии
	Выполнено (+)	Снято баллов за невыполнение	
Получено сообщение о потери оперативного тока в цепях управления выключателей всех присоединений ОРУ 110 кВ ПС 220 кВ Маяк			
1. Не проверили введенное положение резервных защит на ПС 110 кВ МРСК на ВЛ 220 кВ, отходящих от шин 220 кВ ПС 220 кВ Маяк на ПС 220 кВ Маяк на АТ-1 по стороне 220 кВ		-1 -1 -1	
2. Не ввели оперативное ускорение на отходящих от ПС 220 кВ Маяк: на ВЛ 110 кВ на ВЛ 220 кВ на АТ-1		-1 -1 -1	
3. Не сообщили ДД ОДУ о произошедшем технологическом нарушении		-1	
4. Не сообщили о произошедшем технологическом нарушении по регламенту		-1	
Получено сообщение об отключении АТ-1 на ПС 220 кВ Маяк			
1. Не выяснили работу УРЗА: у ДИ ПС 220 кВ Маяк у ДИ ПС 220 кВ Бородино у ДД МРСК ВЛ 500 кВ Святогорская ГРЭС – ЭС-3		-2 -2 -2 -2	
2. Не выяснили состояние отключившегося оборудования на ПС 220 кВ Маяк на ПС 220 кВ Бородино на ПС 110 кВ МРСК ВЛ 500 кВ Святогорская ГРЭС – ЭС-3		-2 -2 -2 -2	
3. Не сообщили ДД ОДУ о произошедшем технологическом нарушении		-1	
4. Не сообщили по регламенту о произошедшем технологическом нарушении		-1	
5. Не выяснили вопрос у ДД ОДУ о назначении ответственного за регулировку частоты в отделившихся энергорайонах		-2	
6. Не назначили частоторегулирующую станцию в Восточной части Финист ЭС		-3	

Продолжение таблицы 3

Действия персонала	Отметки о выполнении		Комментарии
	Выполнено (+)	Снято баллов за невыполнение	
Получено сообщение об отключении АТ-1 на ПС 220 кВ Маяк			
7. Не назначили частоторегулирующую станцию в Южной части Финист ЭС		-3	
8. Не дали команду максимум генерации ДД ЭС-3		-2	
9. Не выяснили у ДД ЭС-2 резервы на разгрузку		-2	
10. Не дали команду НСС Святогорской ГРЭС зафиксировать отключенное положение ВЛ 220 кВ Святогорская ГРЭС – Маяк I цепь, ВЛ 220 кВ Святогорская ГРЭС – Маяк II цепь в ПА Святогорской ГРЭС		-1	
11. Не выяснил у ДД МРСК наличие отключенных потребителей в Южной части ОЗ Финист ЭС		-1	
12. Не проверили режим		-2	
13. Не выяснили у ДИ ПС 220 кВ Маяк о доотключение поврежденного выключателя от КУ		-1	
Получено сообщение об отключении АТ-1 на ПС 220 кВ Маяк			
14. Не снимали оперативный ток с отключенных выключателей при разборке схемы поврежденного выключателя и АТ-2		-1	
15. Не сообщили точки несинхронных напряжений			
ДИ ПС 220 кВ Узловая		-1	
ДИ ПС 220 кВ Маяк		-1	
ДИ ПС 220 кВ Бородино		-1	
ДД МРСК		-1	
ДД ОДУ		-1	
16. Не дали команду на снижение частоты в Восточной части Финист ЭС до уровня 49,8 Гц		-1	
17. Не выяснили причину отключения ТГ-4 на Южной ГРЭС		-2	
18. Не выяснили у ДД ОДУ состояние АПВ ВЛ 500 кВ Святогорская ГРЭС – ЭС-3 после синхронизации Восточной и Южной частей Финист ЭС		-2	
19. Включили потребителей в Южной части Финист ЭС, перегрузив оборудование сети 220, 110 кВ		-1	

Продолжение таблицы 3

Действия персонала	Отметки о выполнении		Комментарии
	Выполнено (+)	Снято баллов за невыполнение	
Получено сообщение об отключении АТ-1 на ПС 220 кВ Маяк			
20. Не выяснили у ДД ОДУ вопрос о назначении ответственного за регулирование частоты в Восточной части и ЭС-2 и в Южной частях Финист ЭС и ЭС-3		-1	
21. Не выяснили причину несрабатывания ПА Святогорской ГРЭС		-2	
22. Не сняли с НСС Южной ГРЭС ответственность за регулирование частоты		-2	
23. Не сообщили о синхронизации Восточной и Южной частей Финист ЭС ДД ОДУ		-1	
24. Не сообщили о синхронизации Восточной и Южной частей Финист ЭС по регламенту		-1	
25. Не вывели АПВ с ВЛ 220 кВ Степная – Узловая перед синхронизацией		-2	
26. Произвели синхронизацию без разрешения ДД ОДУ		-2	
Получено сообщение об отключении АТ-1 на ПС 220 кВ Маяк			
27. Не сняли с НСС Святогорской ГРЭС ответственность за регулирование частоты		-2	
28. Не включили ВЛ 220 кВ Белый Омут – Узловая через выключатель ОВВ 220 кВ на ПС 220 кВ Узловая		-1	
29. Не расфиксировали в ПА Светлой ГЭС отключенное положение Береговая – Западная		-1	
30. Не дали команду работать по ПДГ: НСС ТЭЦ МК		-1	
31. Не включили ВЛ 220 кВ ВЛ 220 кВ Западная – Мечта с отпайкой на ПС Сатурн через выключатель ШОВ 220 кВ на ПС 220 кВ Западная		-1	
32. Не ввели АПВ на ВЛ 220 кВ Степная – Узловая		-2	
33. Не выяснили у ДД ОДУ причину отключения ВЛ 500 кВ Святогорская ГРЭС – ЭС-3		-1	
34. Не ввели АПВ на ВЛ 220 кВ Меркурий – ЭС-1		-2	

Продолжение таблицы 3

Действия персонала	Отметки о выполнении		Комментарии
	Выполнено (+)	Снято баллов за невыполнение	
Получено сообщение об отключении АТ-1 на ПС 220 кВ Маяк			
35. После включения оборудования на ПС 220 кВ Маяк и отходящих ВЛ не вывели оперативное ускорение		-1	
36. Не дали команду работать по ПДГ: Святогорской ГРЭС Южной ГРЭС ТЭЦ Текстиль		-1 -1 -1	
37. Не сообщили ДД ОДУ о возможности работы ГОУ ЭС-2, ЭС-3 по ПДГ		-1	
38. Не сообщили о ликвидации аварии по регламенту		-1	
Обеспечение взаимодействия			
1. Отсутствие (отдача повторяющихся команд, повторные запросы и т.д.)		до-5	
Ведение оперативных переговоров.			
1. Нечеткая отдача команд		до-5	
2. Не требовали от подчиненного персонала повторения отдаваемых команд		до-5	
3. При отдаче команд не всегда называл время отдачи команд		-3	
Другие учитываемые действия, относящиеся к проведению ПА тренировки.			
• Остались отключенные потребители (за каждые 10 МВт)		-1	
• Избыточное отключение потребителей (за каждые 10 МВт)		-1	
3. Остались раздельно работающие части энергосистемы (за каждую часть)		-10	
4. Не закончили оперативные переключения		до-5	
5. Дали команду на отключение оборудования, чем снизил надежность и устойчивость параллельной работы Финист ЭС, т.е. усугубил развитие аварии		-10	
6. Допустили перегруз по оборудованию		-2	

Продолжение таблицы 3

Действия персонала	Отметки о выполнении		Комментарии
	Выполнено (+)	Снято баллов за невыполнение	
Получено сообщение об отключении АТ-1 на ПС 220 кВ Маяк			
Другие учитываемые действия, относящиеся к проведению ПА тренировки.			
7. Не оформили аварийные заявки за каждый случай ПС 220 кВ Узловая, В ВЛ 220 кВ Белый Омут-Узловая ПС 220 кВ Западная, В ВЛ 220 кВ Западная-Мечта с отпайкой на ПС Сатурн ПС 220 кВ Маяк, ПС 220 кВ Маяк, АТ-1  8. За подсказку со стороны лиц, причастных к команде, во время проведения тренировки  9. За оригинальность решения  10. За непропорциональное отключение потребителей (за каждый случай)  11. Не заполнен оперативный журнал  12. Несинхронное включение района		-1  -1 -1 -1  -20  до+10  -5  -5  -100	

Деловая игра завершается анализом действий диспетчера. Для анализа деловой игры можно вывести на печать протокол тренировки с записями о событиях и управляющих воздействиях, которые происходили в определённые моменты времени.

Анализ ДИ производится с целью определения правильности действий при ликвидации аварии, предусмотренной темой ДИ, каждого из участвующих в ней и выявления мероприятий, способствующих повышению надежности работы оборудования и безопасности обслуживающего персонала. Анализ ДИ должен производиться, сразу же после их окончания руководителем с привлечением посредников.



При анализе должны быть выяснены в отношении каждого участника тренировки [28]:

- правильность понимания происшедшего;
- правильность действия по ликвидации аварии;
- допущенные ошибки и их причины;
- правильность ведения оперативных переговоров.

При проведении анализа игры, ее руководитель заслушивает сообщения посредников о действиях участников тренировки, анализирует карты деятельности тренирующихся, указывает на допущенные ошибки и утверждает по системе индивидуальные и общие оценки результатов тренировки.

Рекомендуется для оценки действий участников тренировки руководствоваться следующим [28]:

- если по ходу тренировки ее участник принимает решения, которые в реальной обстановке при их выполнении привели бы к развитию аварии или к несчастному случаю то ему выставляется оценка «неудовлетворительно»;
- если по ходу тренировки ее участник допускает ошибки, не усугубляющие ситуацию, но затягивающие процесс ликвидации аварийного положения, то ему выставляется оценка «хорошо» или «удовлетворительно», в зависимости от числа и характера ошибок;
- если по ходу тренировки ее участник действует без единой ошибки, то ему выставляется оценка «отлично».

## 2.6 Выводы по главе 2

В данной главе разработана деловая игра «Восстановление нормального режима энергосистемы после отключения автотрансформатора на подстанции Маяк», приведены её результаты реализации на режимном тренажере диспетчера. Кроме того, было принято участие в разработке двух противоаварийных тренировок в системном операторе. Опыт, полученный от проведения тренировок, был применён в создании и организации представленной деловой игры.

Предложен алгоритм оценивания деловой игры, созданный согласно сценариям технологической карты, которая в свою очередь позволяет объективно оценить результаты действий участников деловой игры. Протоколирование процессов и результатов деловой игры позволяют наглядно и всесторонне анализировать, оценивать и документировать деловые игры.

Проанализированы организация и этапы конструирования деловой игры, которые позволяют создавать практически любые сценарии тренировок при обучении.

## Глава 3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 3.1 Определение трудоёмкости научно-исследовательской работы

Исходными данными для расчета является план выполнения работ, их трудоемкость и перечень исходных материалов. Разработка научно-исследовательской работы (НИР) производится группой квалифицированных работников, состоящей из трех человек – руководителя и двух инженеров (табл. 3.1). Тарифные ставки были приняты на основании «Положения об оплате труда», приведенное на интернет-странице Планово-финансового отдела ТПУ.

Таблица 3.1 – Состав исполнителей научно – исследовательской работы

Исполнители	Разряд оплаты труда	Тарифный коэффициент	Минимальный мес. оклад
Руководитель	15	3,62	4440
Инженер	11	2,68	4440

Для выполнения НИР в срок при наименьших затратах средств, составляется план - график, в котором рассчитывается трудоемкость всех работ.

Для определения трудоемкости выполнения проекта составим перечень основных видов и этапов работы, которые должны быть выполнены (табл.3.2).

Одной из основных целей планирования научно – исследовательской работы является определение общей продолжительности ее проведения [33]. В настоящее время для определения ожидаемого значения продолжительности работы  $t_{ож}$  применяются несколько вариантов использования вероятностных оценок продолжительности. Рассмотрим один из них:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{MIN} + 2 \cdot t_{MAX}}{5}, \quad (3.1)$$

где  $t_{MIN}$  – кратчайшая продолжительность данной работы;

$t_{MAX}$  – самая длительная продолжительность данной работы.

Для определения трудоемкости выполнения проекта воспользуемся формулой:

$$T = n \cdot t_{ож(ij)}, \quad (3.2)$$

где  $T$  – трудоемкость, чел.·дн.;

$n$  – количество исполнителей, человек;

$t_{ож(ij)}$  – продолжительность работ, дней.

Результаты расчета представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – План научно-исследовательской работы. Определение трудоемкости работ

№ эта па	Наименование работ	Исполнители	Кол- во дней	Продолжитель- ность работ			Т, чел/д н
				$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{ож}$	
1	Разработка технического задания	Руководитель	1	1	3	2	2
2	Получение технического задания, определение объема работ, постановка задачи	Руководитель Инженер	1 1	1	3	2	6
3	Анализ полученной информации	Инженер	3	3	6	4	8
4	Подбор необходимой литературы	Руководитель Инженер	5 5	5	7	6	18
5	Разработка теоретической части темы. Глава 1	Инженер	5	5	7	6	6
6	Выводы по проделанной работе	Инженер	1	1	3	2	2
7	Проверка полученных результатов	Руководитель	1	1	3	2	2
8	Анализ и корректировка полученных результатов	Инженер	2	2	4	3	6
9	Разработка теоретической части темы. Глава 2	Инженер	5	5	8	6	6
10	Выводы по проделанной работе	Инженер	1	1	3	2	2
11	Проверка полученных результатов	Руководитель	1	1	3	2	2
12	Анализ и корректировка полученных результатов	Инженер	2	1	3	2	4
13	Изучение технической литературы (инструкции, типовые программы, стандарты)	Инженер	2	2	4	3	3

Продолжение таблицы 3.2

№ эта па	Наименование работ	Исполнители	Кол- во дней	Продолжитель- ность работ			Т, чел/д н
				t <sub>MIN</sub>	t <sub>MAX</sub>	t <sub>ож</sub>	
14	Освоение РТД «Финист»	Инженер	3	3	5	4	8
15	Разработка методического обеспечения деловых игр по ведению режимов в РТД «Финист»	Руководитель Инженер	5 5	5	7	6	18
16	Разработка деловой игры	Инженер	4	4	6	5	10
17	Выводы по проделанной работе	Инженер	1	1	3	2	2
18	Проверка полученных результатов	Руководитель	1	1	3	2	2
19	Анализ и корректировка полученных результатов	Инженер	2 2	2	4	3	6
20	Выполнение разделов «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» и «Социальная ответственность»	Инженер	5	5	7	6	6
21	Оформление пояснительной записки	Инженер	2	2	4	3	3
22	Оформление графической части и приложений	Инженер	3 3	3	6	4	8
23	Проверка готовой пояснительной записки	Руководитель	1	1	3	2	2
24	Сдача отчета	Руководитель Инженер	1 1	1	3	2	6

Далее, строим линейный график работ (рис. 3.1) и график занятости работников (рис. 3.2), которые являются наиболее наглядными и отражают наименования этапов, численность исполнителей и длительность выполнения каждого вида работ.

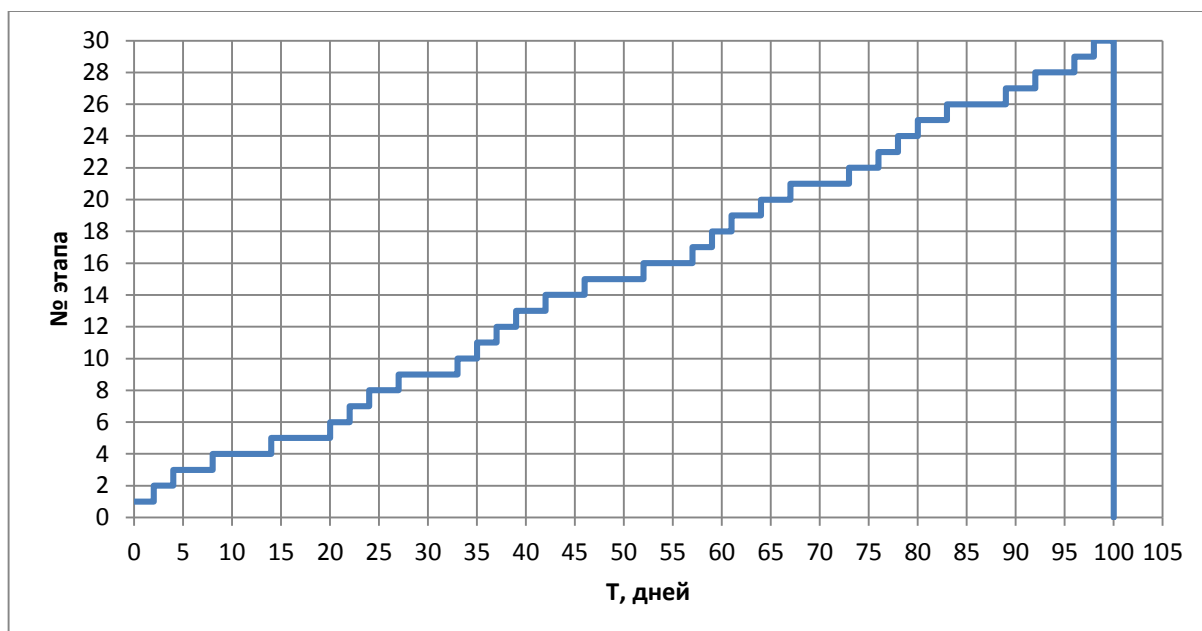


Рисунок 3.1– Линейный график работ

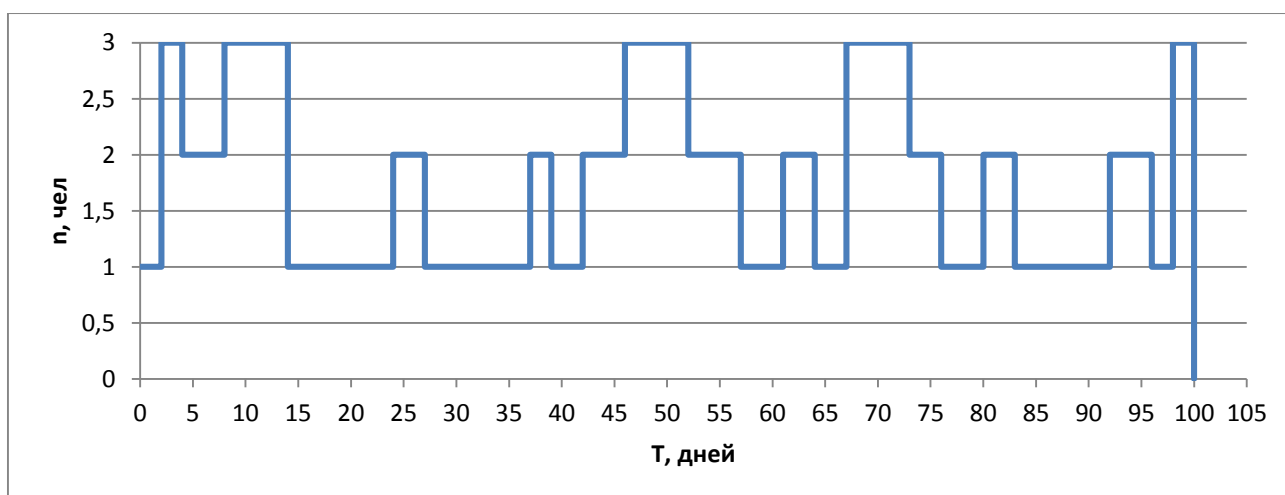


Рисунок 3.2 – График занятости исполнителей

Общая продолжительность НИР составила 100 рабочих дней ( $t_{\text{раб}}$ ), при этом не учитывались выходные и праздничные дни. Для учета выходных и праздников переведем рабочие дни в календарные, для перевода воспользуемся формулой:

$$t_{\text{кал}} = \frac{t_{\text{раб}}}{K_{\text{пер}}} = \frac{100}{0,66} = 152 \text{ дня}, \quad (3.3)$$

где  $t_{\text{кал}}$  - общая продолжительность НИР в календарных днях;

$t_{\text{раб}}$  - общая продолжительность НИР в рабочих днях;

$K_{\text{пер}}$  – переводной коэффициент равный 0,66.

### 3.2 Смета затрат на разработку проекта

Рассчитываем смету расходов, включая затраты на приобретение необходимого оборудования для разработки проекта и текущие расходы. Затраты, образующие себестоимость продукции (работ, услуг), группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

$$K_{\text{проекта}} = I_{\text{мат}} + I_{\text{ам. комп. техн}} + I_{\text{з/пл}} + I_{\text{соц. отч.}} + I_{\text{накл. расх}} + I_{\text{прочие}} \quad (3.4)$$

Материальные затраты отражают стоимость приобретенных материалов и сырья, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимыми компонентами при изготовлении продукции. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). Результаты расчета сведем в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Сырье и материалы

Материалы и оборудование	Ед. изм	Срок службы, год	Кол-во материала, ед	Цена за ед, руб	Затраты, руб
Компьютер	шт	7	1	35500	35500
Принтер лазерный цветной	шт	5	1	7800	7800
Сканер/копир	шт	5	1	6000	6000
Бумага формата А4	лист	-	1000	0,2	200
Бумага формата А3	лист	-	10	0,35	35
Картридж ч/б	шт	-	1	400	400
Картридж цветной	шт	-	1	800	800
Всего:					<b>86235</b>
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)					<b>2590</b>
Итого по статье					<b>53325</b>

В статью «Специальное оборудование для научных работ» включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене (табл. 3.4.).

Таблица 3.4 – Спецификация оборудования

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Гарантийный срок, мес.	Цена без НДС, руб.	Всего без НДС, руб.
Видеостена в составе:						
1	Жидкокристаллическая панель Samsung 460UX-2 46" FHD LCD DID display, рамка 11мм	шт.	6	36	69584,75	417508,50
2	Конструкция для объединения панелей в видеостену 3x2 панели (настенный крепеж и набор соединительных кабелей)	комп.	1	36	15932,21	15932,21
3	Персональный компьютер для вывода видеоизображения на видеостену: Процессор CPU Intel Core i7-860, Жесткий диск HDD SATA-II Seagate 1000Gb (1Tb), ST31000528AS, Оперативная память Kingston DDR-III 2x2GB, 2xВидеокарта ASUS ATI Radeon HD5870 850MHz, 2Gb DDR5 4.8GHz/256 bit, PCI-Ex16, 6xMini DisplayPort, Блок питания FSP Epsilon 700W 85+ ATX (120mm, ActPFC, 12V, SATA), Сетевые интерфейсы 100/1000 Ethernet	шт.	1	36	57372,85	57372,85
	ИТОГО					490813,56
	НДС					88346,44
	ВСЕГО С НДС					579160,00
	Транспортно-монтажные работы (15%)					86870
	Итого					666030

Рассчитываем материальные затраты ( $I_{\text{мат}}$ ).

$$I_{\text{мат}} = K_{\text{мат}} + K_{\text{спец.оборуд.}} = 53325 + 666030 = 719\,355 \text{ руб.} \quad (3.5)$$

Амортизация основных фондов – сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, вычисленная исходя из их балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации.

Корректно при расчете затрат учитывать в году приобретения и в последующие годы только ту часть затрат, которая происходит от старения основных фондов в каждом году. Рассчитаем амортизацию компьютерной техники ( $I_{\text{ам.комп.техн.}}$ ).



Таблица 3.5 – Затраты на амортизацию оборудования

Наименование оборудования	К <sub>комп.т</sub> руб.	Т <sub>исп.к.т</sub> , дней.	И <sub>ам.комп.техн</sub> , руб
Компьютер	35500	118	1639,5
Принтер лазерный цветной	7800	118	504,33
Сканер	6000	118	387,9
Жидкокристаллическая панель	492660	118	7963,5
Компьютер для вывода видеоизображения на видеостену	67700	118	2188,7
<b>Итого:</b>			<b>12684</b>

Для расчета амортизации оборудования воспользуемся следующей формулой:

$$И_{ам.комп.техн.} = (Т_{исп.к.т}/365) \cdot К_{комп.т} \cdot Н_a, \quad (3.6)$$

где  $Т_{исп.к.т} = 118$  дней – время использования компьютерной техники;

$К_{комп.т}$  – стоимость компьютерной техники;

$Н_a$  – норма амортизации.

$$К_{комп.т} = К_{комп} + К_{принтера} + К_{сканера} + К_{жк.пан} + К_{спец.комп}, \quad (3.7)$$

где  $К_{комп}$  – стоимость компьютера, руб.;

$К_{принтера}$  – стоимость принтера, руб.;

$К_{сканера}$  – стоимость сканера, руб.;

$К_{жк.пан}$  – стоимость жидкокристаллических панелей, руб.;

$К_{спец.комп}$  – стоимость компьютера для вывода видеоизображения на видеостену, руб.

$$Н_a = 1/Т_{сл.к.т.}, \quad (3.8)$$

где  $Т_{сл.к.т.}$  – срок службы компьютерной техники, год.

$$И_{ам.комп.} = (Т_{исп.к.т}/365) \cdot К_{комп.т} \cdot Н_a = (118/365) \cdot 35500 \cdot (1/7) = 1639,5 \text{ руб.}$$

$$И_{ам.комп.техн.} = \sum И_{ам} = 12684 \text{ руб.}$$

Результаты расчета сведем в табл. 3.5.

### 3.3 Расчет заработной платы

Расчет заработной платы – заработная плата рассчитывается в соответствии с занятостью исполнителей, с учетом районного и тарифного коэффициентов исполнителей (табл. 3.6).

В состав затрат на оплату труда включаются: выплаты заработной платы за фактически выполненную работу, выплаты стимулирующего характера по системным положениям, выплаты по районным коэффициентам, компенсации за неиспользованный отпуск, другие виды выплат.

Рассчитаем затраты на оплату труда ( $I_{з/пл}$ ). Заработная плата для исполнителей проекта:

$$ЗП_{рук15} = 4440 \cdot 3,62 \cdot 1,3 = 20894,64 \text{ руб.}, \quad (3.9)$$

где 4440 руб. – минимальная оплата труда;

3,62 – тарифная ставка для 15 разряда;

1,3 – районный коэффициент Томской области.

Аналогично рассчитываем заработную плату для остальных исполнителей проекта:

$$ЗП_{инж11} = 4440 \cdot 2,68 \cdot 1,3 = 15468,96 \text{ руб.},$$

$$ЗП_{инж10} = 4440 \cdot 2,44 \cdot 1,3 = 14083,68 \text{ руб.}$$

$$I_{з/пл} = ЗП_{рук15} + ЗП_{инж11} + ЗП_{инж10} = 20894,64 + 15468,96 + 14083,68 = 50447,3 \text{ руб.}$$

Определим доплату за неиспользованный отпуск:

$$ЗП_{отп} = 0,1 \cdot I_{з/пл} = 0,1 \cdot 50447,3 = 5044,73 \text{ руб.} \quad (3.10)$$

Также необходимо определить дополнительные выплаты от несчастных случаев, которые определяются по формуле:

$$ЗП_{доп} = 0,1 \cdot I_{з/пл} = 0,1 \cdot 50447,3 = 5044,73 \text{ руб.} \quad (3.11)$$

Тогда полный фонд заработной платы (ФЗП):

$$ФЗП = I_{з/пл} + ЗП_{отп} + ЗП_{доп} = 50447,3 + 5044,73 + 5044,73 = 60536,7 \text{ руб.} \quad (3.12)$$

Отчисления на социальные нужды – страховые взносы в три внебюджетных фонда – Пенсионный фонд, Фонд социального страхования Российской Федерации и фонды обязательного медицинского страхования. Размер совокупных страховых взносов – 30%. Рассчитываем отчисления на социальные нужды ( $I_{соц.отч.}$ ):

$$I_{соц.отч.} = 0,30 \cdot ФЗП = 0,30 \cdot 60536,7 = 18161 \text{ руб.} \quad (3.13)$$

В статью «Накладные расходы» включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту

оборудования. Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$I_{\text{накл.расх}} = k_{\text{накл}} \cdot \Phi ЗП, \quad (3.14)$$

где  $k_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов.

$$I_{\text{накл.расх}} = 0,8 \cdot \Phi ЗП = 0,8 \cdot 60536,7 = 48429,4 \text{ руб.}$$

Прочие затраты – затраты, к которым относятся налоги, сборы, отчисления в специальные внебюджетные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества, вознаграждения за изобретение и рационализаторские предложения, за подготовку кадров, оплата услуг связи и т.д. Эти затраты составляют 2% от всех издержек и вычисляются по формуле:

$$I_{\text{прочие}} = 0,02 \cdot (I_{\text{мат}} + ЗП + I_{\text{ам.комп.т.}} + I_{\text{соц.отч.}}) = 0,02 \cdot (719\,355 + 60\,536,7 + 12\,684 + 18\,161) = 13\,842 \text{ руб.} \quad (3.15)$$

Рассчитываем себестоимость проекта ( $K_{\text{проекта}}$ ).

$$\Sigma I_{\text{проекта}} = I_{\text{мат}} + I_{\text{ам.комп.техн}} + ЗП + I_{\text{соц.отч.}} + I_{\text{накл.расх}} + I_{\text{прочие}} = 719\,355 + 60\,536,7 + 12\,684 + 20\,582,5 + 13\,842 = 827\,000 \text{ руб.} \quad (3.16)$$

В табл. 3.6 представлена смета затрат на НИР:

Таблица 3.6 – Смета затрат на научно-исследовательскую работу

Виды затрат	Обозначение	Сумма затрат, руб.
Материальные затраты	$I_{\text{матер}}$	719 355
Амортизация компьютерной техники	$I_{\text{ам,комп.техн}}$	12 684
Затраты на оплату труда	ЗП	60 536,7
Отчисления на социальные нужды	$I_{\text{соц.отчисл}}$	18 161
Накладные расходы	$I_{\text{накл.расх}}$	48 429,4
Прочие затраты	$I_{\text{прочие}}$	13 842
Себестоимость проекта	$K_{\text{проекта}}$	827 000

При планировании бюджета научно-исследовательской работы должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям, представленным в табл. 3.6.

### 3.4 Выводы по главе 3

В третьей главе были рассчитаны затраты на разработку деловой игры по дисциплине «Оперативное управление в электроэнергетике». В процессе работы было выполнено следующее:

- представлена организационная структура проекта;
- составлена и рассчитана смета затрат на разработку практикума;
- сформирован план выполнения проекта;
- а также определены денежные и трудовые ресурсы.

Длительность запланированных работ составила 100 рабочих дня или 152 календарных дней. Себестоимость проекта равна 827 тыс. рублей.

Приведено полное отражение бюджета и все расходов, необходимых для выполнения НИР, а также вычислены планируемые затраты.

## **Глава 4 Социальная ответственность. Производственная и экологическая безопасность**

### **4.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению (производственная санитария)**

В последние годы большое внимание уделяется улучшению условий труда пользователей электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) и видеодисплейных терминалов (ВДТ). Основным фактором, влияющим на производительность труда людей, работающих с ПЭВМ и ВДТ, являются комфортные и безопасные условия труда. Условия труда пользователя, работающего с персональным компьютером, определяются:

- особенностями организации рабочего места;
- условиями производственной среды (освещением, микроклиматом, шумом, электромагнитными и электростатическими полями, визуальными эргономическими параметрами дисплея).

Условия труда магистрантов в рабочей аудитории характеризуются возможностью воздействия на них следующих производственных факторов: шума, тепловыделений, вредных веществ, статического электричества, ионизирующих и неионизирующих излучений, недостаточной освещенности, параметров технологического оборудования и рабочего места.

### **4.2 Микроклимат**

Микроклимат производственных помещений определяется совокупным воздействием на организм человека температуры, влажности, скорости движения воздуха, теплового излучения нагретых поверхностей. Микроклимат различных производственных помещений зависит от колебаний внешних метеорологических условий, времени дня, года, особенностей производственного процесса и систем отопления и вентиляции [34].

Согласно [35] работа на ПЭВМ в компьютерном классе относится к классу работ с интенсивностью энергозатрат 120 – 150 ккал/час. В производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений. Согласно [35] оптимальные параметры микроклимата должны соответствовать данным таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Параметры микроклимата для помещений с ПЭВМ

Период года	Параметр микроклимата	Величина
Холодный и переходный	Температура воздуха в помещении	22 – 24 °С
	Относительная влажность	40 – 60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23 – 25°С
	Относительная влажность	40 – 60 %
	Скорость движения воздуха	0,1 – 0,2 м/с

Для обеспечения достаточного постоянного и равномерного нагревания воздуха в рабочих аудиториях в холодный период года используется отопление. Температуру в помещении следует регулировать с учетом тепловых потоков от оборудования. Оборудование нужно устанавливать так, чтобы тепловые потоки от него не были направлены на студентов. Следует также ограничивать количество вычислительной техники в рабочих аудиториях.

С целью поддержания параметров микроклимата в допустимых пределах, обеспечивающих надежную работу ПЭВМ, а также комфортные условия работы магистрантов применяется кондиционирование воздуха. Кондиционирование воздуха обеспечивает поддержание параметров микроклимата в течение всех сезонов года, очистку воздуха от пыли и вредных веществ.

### 4.3 Шум и вибрация

Основными источниками шума в помещениях, оборудованных вычислительной техникой, являются принтеры, плоттеры и оборудование для кондиционирования воздуха, вентиляторы систем охлаждения. Основными источниками

шума в рабочей аудитории магистранта являются механические шумы в результате работы жесткого диска и вентилятора охлаждения корпуса системного блока и блока питания. Кроме того, вентиляторы и жесткие диски являются источником вибрации [34].

Согласно [35] в производственных помещениях при выполнении основных или вспомогательных работ с использованием ПЭВМ уровни шума и вибрации на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

Согласно [42] при выполнении работы на ПК (ПЭВМ) уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ А.

Для снижения шума и вибрации в помещениях оборудование, аппараты необходимо устанавливать на специальные фундаменты и амортизирующие прокладки, предусмотренные нормативными документами. Нормируемые уровни шума обеспечиваются путем использования малошумного оборудования, применением звукопоглощающих материалов (специальные перфорированные плиты, панели, минераловатные плиты). Кроме того, необходимо использовать подвесные акустические потолки.

Шумящее оборудование, уровни шума которого превышают нормированные, должно находиться вне помещения с компьютерами.

Рациональная планировка помещения, размещения оборудования является важным фактором, снижающим шум на рабочих местах с ПК. При планировке помещения наиболее шумящее оборудование необходимо располагать вдали от другого сервисного оборудования [34].

#### **4.4 Электромагнитные излучения**

Параметры электромагнитных излучений на рабочем месте пользователя ПК и величина электростатического потенциала экрана дисплея не должны превышать значений, установленных [35]. Требования к электромагнитным полям дисплея приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений

Наименование параметров	Допустимое значение
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см. вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц; в диапазоне частот 2 - 400 кГц	25 В/м 2,5 В/м
Плотность магнитного потока должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц; в диапазоне частот 2 - 400 кГц	250 нТл 25 нТл
Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать	500 В

ПЭВМ являются источниками широкополостных электромагнитных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового 200-400 нм, видимого 400-750 нм, ближнего ИК 750-2000 нм, радиочастотного диапазона 3кГц; электростатических полей.

Основную опасность для здоровья пользователя представляет электромагнитное излучение в диапазоне 20 – 400 кГц, создаваемое отклоняющей системой кинескопа и монитора. ПЭВМ влияет на нервную, эндокринную, иммунную и кроветворную системы организма. Монитор создает вокруг себя ЭМП как низкой, так и высокой частоты, что способствует появлению электростатического поля и ведет к деионизации воздуха вокруг.

Чтобы избежать опасного воздействия данного типа полей при работе с ПК следует соблюдать следующие правила [35]:

- для работы должны использоваться ПК, имеющие дисплей с низким уровнем излучения;
- при установке на рабочем месте ПК должен быть правильно подключен к электропитанию и надежно заземлен;
- ПК следует располагать в одном ряду на расстоянии не менее 1м от стен; рабочие места с дисплеями должны располагаться между собой на расстоянии не менее 1,5 м;
- рекомендуется устанавливать между рабочими столами специальные защитные экраны, имеющие покрытие, поглощающее низкочастотное электромагнитное излучение;



– экран дисплея должен находиться от пользователя ПК на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм;

#### **4.5 Ионизирующие излучения**

Источником ионизирующего излучения при работе с ПК является дисплей монитора. Длительное воздействие такого излучения на организм человека может стать причинами нарушения нормальной свертываемости крови и снижения сопротивляемости организма инфекционным заболеваниям. В соответствии с [35] конструкция монитора должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электроннолучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/час (100 мкР/час). В рабочих аудиториях установлены ПВЭМ с низким уровнем излучения, которые полностью удовлетворяют предъявляемым требованиям безопасности.

#### **4.6 Освещённость**

На рабочем месте пользователя ПК должны быть соблюдены нормы освещенности и качественные показатели освещения в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 [35]. Помещения для эксплуатации ПК должны иметь естественное и искусственное освещение. Естественное освещение должно осуществляться через боковые светопроёмы. Искусственное освещение должно осуществляться системой общего равномерного освещения.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна составлять 300-500 лк. Яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Яркость бликов на экране монитора не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup> и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>. Коэффициент естественной освещенности КЕО в помещениях с использованием ПК (ПЭВМ) должен быть не ниже 1,2%.

Произведем расчет искусственного освещения для рабочей аудитории 8 корпуса ТПУ, в которой проходят лабораторные работы по дисциплине «Оперативное управление в электроэнергетике». Аудитория имеет следующие размеры: ширина - 6 м, длина - 6,5 м, высота - 4 м, площадь - 39 м<sup>2</sup>. Порядок расчета: 1) выбор типа светильников, 2) определение количества светильников, 3) определение мощности источников света.

В аудитории предусмотрено общее равномерное освещение, для которого применяются люминесцентные лампы типа ЛБ (лампы белого цвета), для которых используется светильник типа ОД - 2-30 (длинной 933 мм, шириной 204 мм). Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами [41]:

$H$  - высота помещения (4 м);  $h_c = H - h_n$  - расстояние светильников от перекрытия (свес);  $h_n$  - высота светильника над полом, высота подвеса;  $h_p$  - высота рабочей поверхности над полом;  $h = h_n - h_p$  - расчетная высота, высота светильника над рабочей поверхностью;  $L$  - расстояние между соседними светильниками или рядами;  $l$  - расстояние от крайних светильников или рядов до стены (оптимальное расстояние / рекомендуется принимать равным  $L/3$ );  $\lambda$  - интегральный критерий оптимальности расположения светильников.

Для светильника типа ОД - 2-30  $h_n = 4$  м [9]. Тогда  $h_c = 4 - 4 = 0$  м.

Учитывая, что  $h_p = 1,5$  м, найдем  $h = h_n - h_p = 4 - 1,5 = 2,5$  м.

Для светильников типа ОД  $\lambda = 1,4$ , поэтому

$$L = \lambda * h = 1,4 * 2,5 = 3,5 \text{ м}, \quad (4.1)$$

$$l_a = L/3 = 3,5/3 = 1,17 \text{ м}, \quad (4.2)$$

$$l_b = (6 - 2 * 0,204 - 1 * 3,5)/2 = 1,05 \text{ м}. \quad (4.3)$$

На основе данных расчетов рекомендуется разместить светильники в 2 ряда, в каждом из которых можно установить 3 светильника типа ОД - 2 мощностью 30 Вт (рисунок 2). При этом разрывы между светильниками в ряду составят 0,3 м. Учитывая, что в каждом светильнике установлено по две лампы, общее число ламп в помещении составит  $(3 - 2) * 2 = 12$ .

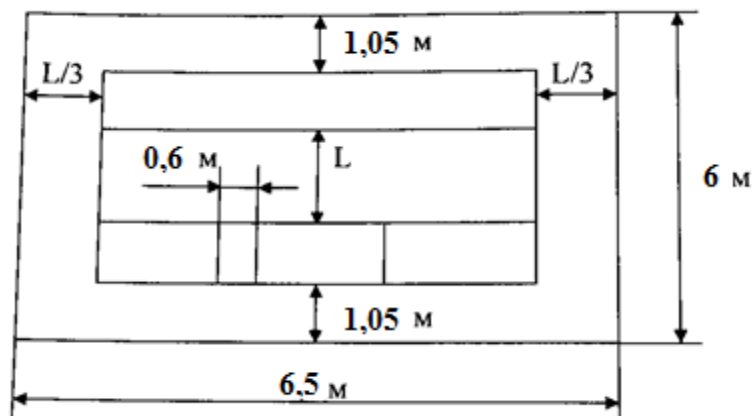


Рисунок 7 - План помещения и размещения светильников

Расчет общего равномерного освещения выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отраженный от потолка и стен [40]. Световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$F = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{n \cdot \eta}, \quad (4.4)$$

где  $E_n$  - нормируемая минимальная освещенность (для данной категории помещений  $E_n$  - 300 лк) [10];

$S$  - площадь освещаемого помещения (39 м<sup>2</sup>);

–  $K_3$  - коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, запыленность ( $K_3 = 1,5$  - для помещений с малым выделением пыли);

–  $Z$  - коэффициент неравномерности освещения (для люминесцентных ламп берется равным 1,1);

$n$  - число ламп (12);

$\eta$  - коэффициент использования светового потока - показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения  $i$ , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью  $h$  и коэффициентов отражения стен  $\rho_c$  и потолка  $\rho_n$ .

Расчет индекса помещения осуществляется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (a + b)}, \quad (4.5)$$

где  $S$  - площадь помещения (39 м<sup>2</sup>);

$h$  - высота подвеса светильников над рабочей поверхностью (2,5 м);

$a, b$  - длина и ширина помещения ( $a = 6,5$  м;  $b = 6$  м).

В результате  $i = \frac{39}{2,5 \cdot (6,5 + 6)} = 1,3$ .

Коэффициенты отражения  $\rho_c$  и  $\rho_p$  имеют следующие значения [47]:

–  $\rho_c = 50\%$  (стены свежепобеленные с окнами без штор);  $\rho_p = 70\%$  (потолок свежепобеленный).

Для полученных значений  $\rho_c$ ,  $\rho_p$  и  $i$  коэффициент использования светового потока  $\eta = 53\%$ , или  $\eta = 0,53$ . Подставляя полученные значения в формулу, найдем значение минимально требуемого светового потока для рабочей аудитории:

$$F = \frac{300 \cdot 39 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,53} = 3035 \text{ лк.}$$

Рассчитав световой поток  $F$ , зная тип лампы, выберем ближайшую стандартную лампу и определим электрическую мощность всей осветительной системы [40]. Ближайшая стандартная лампа - ЛД 65 Вт с потоком 3750 лк. Напряжение сети 220 В. По результатам данного расчета можно сделать следующий вывод: согласно [46] в рабочей аудитории (размерами 6,5 x 5 x 4 м) со свежепобеленными потолком и стенами, с окнами без штор следует использовать 6 светильников типа ОД – 2-30 с люминесцентными лампами ЛБ мощностью 65 Вт с потоком 3750 лк.

#### 4.7 Электробезопасность

Персональные ЭВМ относятся к электроустановкам напряжением до 1000 В. К числу опасных производственных факторов, характерных для рабочего места магистранта, относится электрический ток.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока зависит от рода и величины напряжения и тока, частоты электрического тока, пути тока через тело человека, продолжительности его воздействия на организм человека, условий внешней среды [36]. В частности, электрический ток, протекая через тело человека, производит термическое, механическое и световое воздействие (электролитическое разложение жидкости, в том числе и крови, судорожное сокращение мышц, разрыв тканей и поражение глаз).

При работе с ПК источниками тока могут быть практически все его составляющие, причем монитор и системный блок являются самыми опасными из них, так как потребляемое ими переменное напряжение 220 В с частотой 50 Гц является опасным для жизни человека. Согласно [37] предельно допустимые значения такого рода напряжения и тока не должны превышать 2 В и 0,3 мА соответственно. Следует учитывать, что поражение электрическим током возможно при возникновении оголенных участков на кабеле, нарушении изоляции распределительных устройств и от токоведущих частей компьютера в случае их пробоя и нарушении изоляции, при работе с ПК во влажной одежде и влажными руками.

Согласно Правилам устройства электроустановок [38] рабочая аудитория магистра-проектировщика относится к категории помещений без повышенной опасности поражения электрическим током, поскольку удовлетворяет следующим условиям:

- относительная влажность воздуха не превышает 75%;
- температура воздуха не превышает 35°C;
- отсутствие токопроводящей пыли и токопроводящих полов;
- отсутствие возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землей металлическим элементам и металлическому корпусу оборудования.

Согласно [36] для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять защитные оболочки, защитные ограждения, безопасное расположение и изоляцию токоведущих частей, изоляцию рабочего места, малое напряжение, защитное отключение, предупредительную сигнализацию, блокировку и знаки безопасности.

Для обеспечения защиты при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют защитное заземление, зануление, выравнивание потенциала, систему защитных проводов, электрическое разделение сети и прочие способы.

В работе использовался ПК, корпус которого изготовлен из металлического листа и обладает высокой механической прочностью и высокими экранирующими свойствами. Сам компьютер подключен к заземляющему контуру. Питающий кабель имеет двойную изоляцию.

С целью предупреждения электротравматизма магистрант проходит инструктаж по технике безопасности, в котором озвучиваются основные методы избегания поражения электрическим током:

- запрещается пользоваться электрическими розетками без защитных изолирующих кожухов или с неисправными кожухами;
- запрещается включать в электросеть ПК с оголенными проводами и токоведущими частями электрических устройств;
- запрещается вытягивать вилку из розетки за шнур;
- запрещается работать на ПК со снятыми облицовочными частями;
- запрещается закладывать провода и шнуры за водопроводные трубы и батареи отопления;
- запрещается оставлять ПК, включенным в сеть при длительном перерыве в работе и при пропадании напряжения в сети.

#### **4.8 Пожарная и взрывная безопасность**

К чрезвычайным ситуациям, которые могут возникнуть при работе магистрантов в рабочих аудиториях, относится пожарная опасность или взрыв, так как основная часть работы выполняется на ПК.

Пожарная опасность производственных зданий и помещений определяется особенностями выполняемого в них технологического процесса, свойствами применяемых веществ и материалов, а также условиями их обработки. Согласно [39] рабочая аудитория магистрантов по пожарной и взрывной опасности относится к категории В и характеризуется наличием трудногорючих жидкостей, твердых пожароопасных горючих и трудногорючих веществ и материалов, а также веществ и материалов, способных при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом гореть.

Распространенной причиной возникновения пожара является несоблюдение правил пожарной безопасности. Кроме того, причинами могут быть неисправность токоведущих частей оборудования либо короткое замыкание проводки или оборудования.

Для устранения причин пожаров проводятся следующие мероприятия:

1. Технические: выбор и использование современных автоматических средств сигнализации, автоматических стационарных систем тушения пожаров, первичных средств пожаротушения, разработка методов и применение устройств ограничения распространения огня.

2. Организационные: обучение рабочих и служащих правилам пожарной безопасности, разработка и реализация норм и правил пожарной безопасности, инструкций правильной эксплуатации рабочего оборудования, разработка планов эвакуации людей.

В качестве первичных средств пожаротушения в аудитории используются 2 порошковых огнетушителя ОПС-6, предназначенных для применения при тушении горящих щелочных металлов. Достоинствами углекислотных огнетушителей являются высокая эффективность тушения пожара, сохранность электронного оборудования, что позволяет использовать эти огнетушители даже в том случае, когда не удастся обесточить электроустановку сразу. При работе пользователь ПК должен обладать навыками использования средств пожаротушения.

#### **4.9 Экологическая безопасность**

В области работ, связанных с использованием ПК, возникает необходимость обеспечения безопасности окружающей среды, как в процессе производства, так и в процессе эксплуатации компьютерной техники. Можно выделить некоторые негативные воздействия со стороны данной технологии:

- повышение электромагнитного и радиоактивного фона (в результате соответствующих излучений);
- повышение звукового фона (слышимый шум, инфра- и ультразвуки);

- образование твердых отходов (компьютерный лом, бумага и т.п.) и жидких отходов (сточные воды);
- неоправданное потребление электроэнергии (связано с использованием ПК не на полную мощность в течение всего его рабочего времени) и прочее [43].

На основе выполненного анализа можно дать следующие рекомендации по предотвращению или снижению неблагоприятных воздействий на среду:

- применять оборудование, соответствующее санитарным нормам и стандартам экологической безопасности;
- применять расходные материалы с высоким коэффициентом использования и возможностью их полной или частичной регенерации;
- отходы в виде компьютерного лома утилизировать;
- использовать экономные режимы работы оборудования.

#### **4.10 Анализ опасных производственных факторов**

Безопасность жизнедеятельности – это система законодательных, социально-экономических, организационных, технологических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда (ГОСТ 12.0.002-80).

Основной задачей безопасности жизнедеятельности является сведение к минимальной вероятности поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта для максимальной производительности труда. Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных производственных факторов.

Опасным производственным фактором называется такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному, резкому ухудшению здоровья.



Вредным производственным фактором называется такой фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

Примерами опасных факторов могут служить открытые токоведущие части оборудования, движущиеся детали машин и механизмов, раскаленные тела, возможность падения с высоты самого работающего либо деталей и предметов, наличие емкостей со сжатыми или вредными веществами и т.п.

Примерами вредных факторов являются вредные примеси в воздухе, неблагоприятные метеорологические условия, лучистая теплота, недостаточное освещение вибрации, шум ультра и инфразвук, ионизирующие и лазерные излучения, электромагнитные поля, повышенные напряженность и тяжесть труда, наличие вредных микроорганизмов или насекомых и т.д.

Все опасные и вредные производственные факторы (ОВПФ), согласно [44] ГОСТ 12.0.003-74 подразделяются на следующие группы: физические; химические; психофизиологические; биологические.

К физическим ОВПФ относятся: повышенная запыленность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура окружающей среды; повышенная или пониженная температура поверхности блока; повышенный уровень электромагнитного излучения; повышенные уровни шума вибраций; повышенное или пониженное атмосферное давление; конденсация водяных паров на корпусе блока.

К химическим опасным и вредным производственным факторам относятся химические вещества, которые по характеру воздействия на организм человека подразделяются на токсичные, раздражающие и другие. Проникать в органы они могут через желудочно-кишечный тракт, органы дыхания, слизистую оболочку.

К биологическим ОВПФ относятся микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности.

К психофизиологическим ОВПФ относятся физические (статические и динамические) и нервно-психологические перегрузки: умственное перенапряжение; монотонность труда; эмоциональные и другие перегрузки.

Из опасных производственных факторов можно выделить следующие:

- использование оборудования, которое находится под опасными, для жизни человека напряжениями, т.е. существует опасность поражения электрическим током;
- при изготовлении литых или штампованных деталей используются токсичные материалы, т.е. существует опасность отравления;
- при изготовлении механических частей возможны механические травмы;
- при погрузо-разгрузочных работах вручную или с применением механизмов также возможны механические травмы.

Среди вредных производственных факторов можно выделить следующие:

- при разработке, в процессе применения ЭВМ - повышенная нагрузка на органы зрения;
- при изготовлении механических частей - повышенная запыленность и повышенный уровень шума;
- при сборке печатного узла используется пайка, процесс которой сопровождается загрязнением воздушной среды, рабочих поверхностей, одежды и кожи рук, работающих свинцом;
- при изготовлении печатной платы используются ряд токсичных веществ, которые вредны для здоровья;
- при сборке используются детали и ЭРЭ, которые имеют малые размеры, поэтому необходимо обеспечить нормальную освещенность.

#### **4.11 Требования пожарной безопасности**

Пожарная профилактика – это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, а также на создание условий для тушения пожара.

В современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов, электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммутационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80-100°C. При этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение, и как следствие, короткое замыкание, которое сопровождается искрением, ведет к недопустимым перегрузкам элементов электронных схем. Последние, перегреваясь, сгорают с разбрызгиванием искр, что может вызвать пожар.

Пожарная опасность возникает и при проведении обслуживающих ремонтных и профилактических работ вычислительных машин. При этом используют различные смазочные вещества, легковоспламеняющиеся жидкости, ведут пайку и чистку отдельных узлов и деталей. Все это требует принятия соответствующих мер пожарной профилактики.

Учитывая высокую стоимость электронного оборудования вычислительного зала, помещения, в котором оно находится, должно быть 1 или 2 огнестойкости. Для строительства конструкций необходимо использовать кирпич, железобетон, стекло и другие не горючие материалы [45].

Помещение компьютерного класса по взрывопожарной безопасности относится к категории В (в соответствии со СНиП 11-2-80). Класс пожароопасности по ПУЭ-П-2а: степень защиты электрооборудования- стационарные IP44, передвижной IP54, светильник IPO.

Мероприятия противопожарной профилактики:

1. Хранить информацию желательно в обособленных помещениях, оборудованных несгораемыми шкафами и стеллажами.
2. В помещениях, смежных с залами для ПЭВМ, не желательно размещение производств категории "А" и "В".
3. Система вентиляции должна быть оборудована устройством, обеспечивающим автоматическое отключение при пожаре.

4. Подачу воздуха к ПЭВМ, для охлаждения, необходимо предусматривать по самостоятельному воздуховоду.
5. Система электропитания ПЭВМ должна иметь блокировку, обеспечивающую отключение в случае охлаждения.
6. Работы по ремонту узлов ПЭВМ должны производиться в отдельных помещениях.
7. Необходимо производить очистку от пыли всех аппаратов и узлов ПЭВМ (желательно раз в месяц).

Для предотвращения распространения огня во время пожара с одной части здания на другую, устраивают противопожарные преграды в виде стен, перегородок, дверей, окон.

В коридорах, на лестничных площадках и у входов, должны быть установлены пожарные краны. В помещении должны быть первичные средства огнетушения: ящик с сухим песком, огнетушители.

Для нашего вычислительного зала наиболее целесообразно применение ручных углекислотных огнетушителей типа ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8.

При возгорании или возникновении пожара следует немедленно начать эвакуацию людей, отключить подачу воздуха по системе вентиляции, обесточить помещение и вызвать пожарную охрану.

При эвакуации, следует не создавать паники и двигаться в соответствии с планом эвакуации [34].

В соответствии с нормами СНиП 2.01.02-85 для ликвидации пожаров в начальной стадии применяются первичные средства пожаротушения: пожарные краны; химические пенные огнетушители типа (ОХП-10), (ОХВП-10); углекислотные огнетушители (ручные ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8; передвижные-ОУ-25, ОУ-80); порошковые огнетушители типа ОП-5-01.

В настоящее время углекислотные и порошковые огнетушители являются основными для производственных помещений ВЦ. Химические пенные огнетушители постепенно заменяются порошковыми.

#### 4.12 Выводы по главе 4

Рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места разработчика в соответствии с нормами промышленной санитарии, техники безопасности, эргономики и пожарной безопасности. Производственное освещение является одной из важных составляющих комфортных условий работы. На рабочем месте пользователя ПК должны быть соблюдены нормы освещенности и качественные показатели освещения. Для того, чтобы оценить качество освещения компьютерного класса, произведен расчет освещения и получено необходимо количество светильного, которое будет соответствовать нормальным условиям на рабочем месте студентов.

Произведен анализ вредных факторов физического и психофизического характера, которые могут оказывать воздействие на человека в рабочей зоне; были выявлены возможные чрезвычайных ситуации, возникновения которых наиболее вероятно в зоне использования объекта исследования ВКР.

Также охарактеризовано влияние компьютерной техники на окружающую среду, так как прохождение электронного курса подразумевает использование персонального компьютера.

## Заключение

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит в обосновании использования деловых игр в процессе обучения студентов в вузе, позволяющих максимально приблизить тренировочную деятельность к реальной.

В работе выполнен анализ универсальных компьютерных тренажеров, рассмотрены классификации деловых игр, а также этапы конструирования деловой игры.

Практическая ценность диссертационного исследования заключается в разработке деловой игры «Восстановление нормального режима работы энергосистемы после аварийного отключения автотрансформатора на подстанции Маяк» и методических рекомендаций по её применению в процессе обучения студентов, и в системе повышения квалификации.

Деловая игра разработана на примере дисциплины «Оперативное управление в электроэнергетике» и позволяет обучать студентов в процессе тренировки: это в значительной мере способствует приближению процесса и результатов обучения к потребностям работодателей, производства в целом, а также формированию профессионально значимой компетенции будущих специалистов.

Практическая работа исследования проводилась на базе политехнического университета и на энергопредприятии, где было принято участие в разработке двух противоаварийных тренировок: «Выделение на изолированную работу Западной части Морозовской энергосистемы с дефицитом мощности, в результате аварийного отключения ВЛ 220 кВ и систем шин 220 кВ», «Погашение несколько подстанций и ТЭЦ НПЗ с потерей собственных нужд в условной Морозовской энергосистеме».

К созданной деловой игре было разработано оптимальное решение. Представлены программы противоаварийных тренировок и их оптимальные решения, которые рассматривались на энергопредприятии.

Представлены сведения по оценке и анализу результатов проведения деловых игр, предложена методика оценивания разработанной деловой игры.

Определена трудоемкость научно-исследовательской работы.

Рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места разработчика в соответствии с нормами промышленной санитарии, техники безопасности, эргономики и пожарной безопасности.

Произведен анализ вредных факторов физического и психофизического характера, которые могут оказывать воздействие на человека в рабочей зоне; выявлены возможные чрезвычайных ситуации, возникновения которых наиболее вероятно в зоне использования объекта исследования ВКР.

Также охарактеризовано влияние компьютерной техники на окружающую среду, так как прохождение электронного курса подразумевает использование персонального компьютера.

## Список используемых источников

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению «Электроэнергетика и электротехника» (проект). – М.: МОиН РФ, 2007. – 31 с.
2. Инструкция по производству переключений на подстанциях ОАО «ФСК ЕЭС». Утв. и введена в действие 12.04.2013 г. ОАО «ФСК ЕЭС».
3. Удотова О.А. Электронные учебно-методические комплексы как средство активизации познавательной деятельности студентов. Мир науки, культуры, образования. 2011. № 4-1. С. 239-241.
4. Режимный тренажёр диспетчера «Финист». [Электронный ресурс]: Монитор электрик – URL: <http://www.monitel.ru>.
5. Режимный тренажёр диспетчера «Финист». [Электронный ресурс] ЗАО «Монитор Электрик»: [сайт]. [2012]. URL: <http://www.monitel.ru/products/finist/overview.html>.
6. Меркурьев Г.В. Оперативно-диспетчерское управление энергосистемами: учеб. пособие. – С.-Пб.: Центр подготовки кадров энергетики, 2002. – 99 с.
7. Инструкция по переключениям в электроустановках СО153-34.20.505-2003. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2004.
8. Инструкция по предотвращению развития и ликвидации технологических нарушений на объектах ОАО «ФСК ЕЭС». Утв. ОАО «ФСК ЕЭС» от 10.11.2008. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/sto\\_59012820.29.020.005-2011.pdf](http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/sto_59012820.29.020.005-2011.pdf)
9. Режимный тренажер диспетчера Финист. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.monitel.ru/files/downloads/products/Broshyura%20%20Finist.pdf>
10. Operator training simulator Finist. Training Session Examples. Demonstration power system, examples and exhibition training session //« Monitor Electric»: [Web site]. [2012].–URL: <http://finist-demo.monitel.com/documents/DemonstrationPowerSystem.pdf>



11. Operator training simulator Finist //« Monitor Electric»: [Web site]. [2012]. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.monitel.com/products/finist/overview.html>.
13. Тянь Р.Л., Карасев Е.Д. Будовский В.П. Проблемы моделирования энергосистем в режимных тренажерах диспетчера. [Электронный ресурс]. – URL: [http://cigre.ru/publications/Articles\\_C2\\_El\\_Stations\\_2015/el\\_st\\_1\\_15\\_podgot.pdf](http://cigre.ru/publications/Articles_C2_El_Stations_2015/el_st_1_15_podgot.pdf).
14. Электроэнергетика глазами молодежи: научные труды международной научно-технической конференции: сборник статей. В 3 т. Самара: СамГТУ, 2011. т.1. ISBN 975-5-7964-14699.
15. Карасёв Е.Д., Тянь Р.Л. Адаптация расчета режима сети к разно-темповости процессов в энергосистеме для режимного тренажера диспетчера Финист. // Оперативное управление в электроэнергетике, 2011, №6.
16. Тянь Р.Л., Карасев Е. Д., Будовский В.П.. Расчеты режима в диспетчерских тренажерах. – Электромеханика, 2012, №4.
17. Тянь Р.Л., Будовский В.П.. Особенности режимных тренажеров диспетчера энергосистем, разработанных в России, Европе и США ЗАО «Монитор Электрик» - ОАО «СО ЕЭС».
18. Приказ РАО «ЕЭС. России» № 538 "О проведении соревнований персонала энергопредприятий".
19. Постановление 4 - Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих организаций электроэнергетики. Москва, 2004 г. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_97378/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_97378/)
20. Файбисович Д.Л. и др. "Справочник по проектированию электрических сетей".
21. Национальная образовательная инициатива «Наша новая школа». Утверждено указом Президента Российской Федерации Д.Медведевым 04 февраля 2010 г. Пр-271.

22. Государственная программа РФ «Развитие образования» на 2013 – 2020 годы. Правительство Российской Федерации. [Текст] / Распоряжение от 15 мая 2013 г. № 792-р.
23. Закон «Об образовании в РФ» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.assessor.ru/zakon/273-fzzakon-ob-obrazovanii-2013/16/>.
24. Карауылбаев, С.К. Организация компьютерного учебно-игрового обучения в подготовке бакалавров [Текст] / С. К. Карауылбаев //Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 2; [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.science-education.ru/116-12453>.
25. Peter Blanchfield, Kamal Basha Madarsha, Mohd. Syarqawy Ham-zah: The Use of Computer Games in Training Spatial Reasoning. [Электронный ресурс]. – URL: <http://dblp.unitrier.de/pers/hd/b/Blanchfield:Peter.html>.
26. Гайсаров Р.В., Акулов П.А., Тренажер «Оперативные переключения в электроустановках» [Электронный ресурс]. – URL: <http://dspace.susu.ac.ru/bitstream/handle/0001.74/71/13.pdf?sequence=1>.
27. РД 34.12.201-88 Правила проведения противоаварийных тренировок персонала электрических станций и сетей Минэнерго.
28. СТО 59012820.27010.002-2011 «Подготовка и проведение противоаварийных тренировок с диспетчерским персоналом».
29. Будовский В.П. Обеспечение надежной работы операторов субъектов оперативно-диспетчерского управления при аварийных ситуациях в энергосистеме// Оперативное управление в электроэнергетике. Подготовка персонала и поддержание его квалификации: журнал. 2006. №4.
30. Тренажёр оперативных переключений «Модус» [Электронный ресурс]//Компания Модус [сайт]. [2012]. URL: <http://swman.ru/content/blogcategory/20/48/>.
31. Особенности режимных тренажеров диспетчера энергосистем, разработанных в России, Европе и США. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.monitel.ru>.

32. Режимный тренажёр диспетчера «Феникс» [Электронный ресурс]//ЗАО «Монитор Электрик»: [сайт]. [2012]. URL: <http://www.monitel.ru/files/downloads/products/Broshyura%20%20Finist.pdf>
33. Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 73 с.
34. Безопасность жизнедеятельности: Учебник // Под ред. проф. Э. А. Арустамова. – М.: Изд. «Дом Дашков и К», 2000. – 678 с.
35. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». - М.: Минюст России, 2003.
36. ГОСТ 12.1.019-79 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты». - М.: Госстандарт России, 1985.
37. ГОСТ 12.1.038-82. «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов». - М.: Госстандарт России, 1987.
38. ГОСТ 12.1.030 -81. Защитное заземление, зануление.
39. Охрана окружающей среды/Под редакцией С.В. Белова. - М.: Высшая школа, 1991.
40. НПБ 105-95 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной безопасности», ГУГПС МВД РФ, 1995.
41. Бобылев С. Н., Гирусов Э. В., Перелет Р. А. Экономика устойчивого развития. Учебное пособие. Изд-во Ступени, Москва, 2004, Миркин Б. М., Наумова Л.Г. Устойчивое развитие. Учебное пособие. Уфа: РИЦ БашГУ, 2009
42. ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
43. Правила устройства электроустановок. 6-е изд. с изм. и дополн. – СПб, 1999. – 123 с.

44. Инструкция по предотвращению развития и ликвидации технологических нарушений на объектах ОАО «ФСК ЕЭС». Утв. ОАО «ФСК ЕЭС» от 10.11.2008.
45. Чудинский Р.М. Структура современного учебно-методического комплекса. Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2010. Т. 82. № 2. С. 127-133.
46. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. - Томск: Изд. ТПУ, 2004. - 15 с.
47. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
48. Федорова Л.И. «Игра: дидактическая, ролевая, деловая. Решение учебных и профессиональных проблем». [Электронный ресурс]. – URL: [http://artlib.osu.ru/web/books/content\\_all/3608.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/content_all/3608.pdf)
49. Змиевская Е. В. Учебная деловая игра в организации самостоятельной работы студентов педагогических вузов [Электронный ресурс]. – URL: <http://dlib.rsl.ru/01002614350>
50. Управление персоналом организации. Учебник/ под редакцией А.Я. Кибанова 2-е издание, дополнено и переработано - М.: - ИНФРА - М. 2002 г. 636 стр.
51. Yury Khrushchev, Natalia Batseva, Natalia Fix, Irina Chesnokova, Valeriya Khar'kovskaya. Business Games in Training Engineering Students// XVth International Conference “Linguistic and Cultural Studies: Traditions and Innovations” Procedia - Social and Behavioral Sciences, 9-11 November 2015, Tomsk, Russia.
52. Dolzhenko, O. V., & Shatunovskiy, V.L. (1990). Sovremennye metody i tekhnologiya obucheniya v tekhnicheskom vuze [Modern teaching methods and technologies in polytechnic universities]. Moscow: Vysshaya shkola.
53. Barinov, K. A., et al. (2011). Formal'nye modeli predstavleniya i organizatsii delovykh igr [Formal models of business games presentation and design]. Nauka i obrazovanie [Science and education].

[Web site]. URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/207391.html>.

54. Kalentionok, E. V., et al. (2007). Operativnoe upravlenie v energosistemakh [Operating control in electric energy systems]. Minsk: Vysheyshaya shkola.

52. Tyan, R.L., & Budovskiy, V.P. (2013). Osobennosti rezhimnykh trenazherov dispetchera energosistem, razrab-otannykh v Rossii, Evrope i SshA [Features of Dispatcher Training Simulators developed in Russia, Europe and the USA].

[Web site]. – URL: <http://www.monitel.ru/files/downloads/articles/Osobennosti%20rezhimnyh%20trenazherov%20dispetchera%20energosistem%20razrabotannyh%20v%20Rossii%20Evrope%20i%20SSHA.pdf>.

**Приложение А**  
**Раздел ВКР на английском языке**  
**(обязательное)**

**Business Games in the Educational Process**

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4Г	Харьковская В.В.		

Консультант кафедры ЭСиЭ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ЭСиЭ	Фикс Н.П.	к.пед.н.		

Консультант-лингвист кафедры иностранных языков:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ИЯ ЭНИН	Низкодубов Г.А.	к.пед.н.		

## **Introduction**

Non-conventional approaches for giving classes can be viewed as a factor motivating academic activity of engineering students. On the one hand, it is an opportunity to gain fundamental knowledge, on the other hand – to change approaches to the organization of educational forms, to improve the quality of education process, to develop students' creative abilities, which ensures high level of academic and research training of specialists (Dolzhenko & Shatunovskiy, 1990).

### **Business Games in the Educational Process**

Different active-learning techniques are used to arouse students' strong interest in the subject and to meet their practical needs. This refers to business games, role-plays and trainings. Incorporation of business games in the educational process must be based on the didactic principles of demonstrativeness, activity, accessibility, combination of the theory with the practice, scientific character and involvement, which are widely used in teaching practice (Barinov, et al., 2011).

Business game is a tool for simulating various aspects of professional environment, imitating the industrial process, a simplified reconstruction of real manufacturing situations. Game-players are given tasks, similar to those they are to solve in their everyday professional activity. The tasks can be different, e.g. monitoring of electrical equipment condition (routine switching); power system state management in different regimes (steady-state, repairing, emergency). In business games there are two types of activity: play activity and educational activity. Play activity involves performing particular professional tasks, while educational activity involves developing skills and knowledge. Educational tasks are solved before playing (i.e. studying theory and analysis of the assigned problem) and while analyzing the players' activity after the game (Kalentionok, et al., 2007).

The main aims of business games in the course unit “Operational management in power engineering” are:

- mastering operational management models

- developing abilities to independently make models while meeting real challenges of the power system control
- solidifying students' professional knowledge in electrical safety, regulations and standards, characteristics of electrical equipment, functions of automatic control systems, power system states

#### Business game structure

The key issue in the game design is the choice of the software package aimed at developing students' required operation model during the training process. The software package of the business game must reflect the next online control situations: steady-state, emergency, repairing.

Generally, the algorithm of a business game design for professional training of electrical engineering students includes the next items:

- defining objectives and tasks
- selection of equipment
- selection of participants (roles assignment)
- describing the initial condition of the facility and the problem situation
- developing the package for the participants to keep
- developing guidelines for studying the theory, regulations, rules and instructions
- developing guidelines for the business game analysis

The given algorithm can be modified and supplemented with necessary items in every particular case.

Business game design procedure in the course unit “Operational management in power engineering” consists of: aims and rules of the game, facilities used in the game; an entry list, a package for the participants to keep, theory to study, guidelines to analyze the game.

Usually business game rules are similar to the uniform code of the emergency response drill for the power facilities staff. The assessment system of the participants includes a list of the actions assessed and their quantitative indices (points assigned or



cut for every game round, points for typical and non-typical actions of the staff). Generally, faulty actions, required solutions and incompleteness of solutions are assessed. Business game is analyzed with a certain algorithm which can vary in terms of objectives, time allocated for the analysis, participants individuality (Merkuriev, 2002).

Incorporating in business game real systems models enables to bring educational process closer to the specialist professional activity.

### **Tool Kit for Business Games**

As a tool kit for business games of running regime a system operator regime simulator “Finist” was selected. It is a software package designed for emergency response drill displaying energy system current operation state. Current operation state displays power system frequency and voltage regimes, as well as operation state of permanent equipment, bus-and-switch structures of power stations and substations.

A special feature of the simulator is the ability to simulate during the game substation circuit arrangement and automatic accounting of the device status change in the regime model.

Power system operation model allows simulating steady-state regimes, electro-mechanical transients and long transients.

The simulator can be used at all preparation stages: initial training, self-study, training for the position of operating employees, specialist training (proficiency maintaining of operating and accident response personnel), professional retraining for a new position, specialty knowledge tests, emergency response drills of the operating shift aimed at developing corporate actions skills. The simulator can also be used to develop management skills in standard situations, in pre-fault and fault conditions, to study system behavioral analysis in particular cases (regime analysis, working with requests to take the basic facility out of service for repair, Emergency Control Automatics check, forecast regimes security assessment).

The simulator is integrated in the local computer network and includes instructor's workplace and some trainees' workplaces. Software package of the simulator includes a system operator interface, an instructor interface, a power system model, a

control center model. The system operator interface displays the power system operation state during the operating personnel training and power facilities management.

The instructor interface manages the power system simulating model during training, introduces modifications into substations switch positions, changes power system state regulating voltage, power station loading-de-loading, tap-changing of transformer. An instructor supervises the training session and acts as a subordinate operating personnel, executing the system operator's instructions interacting with the power system simulator via his interface.

The power system model in "Finist" simulator has two levels: a patch-board of substation circuit arrangement and a dynamic study model of the power system. The power system substation circuit arrangement includes circuit arrangement of the power system electrical annex and topological analysis and development algorithm of the equivalent circuit. The circuit arrangement includes single area power systems, substations, bus-bars, circuit breakers, disconnecting links, power lines, autotransformers, generators, reactors, capacitor banks, and electrical ratings of equivalent circuit elements. The algorithm of topological analysis generates the power system equivalent circuit, considering the current state of the switchgear devices at power stations and substations.

The model calculates a full operational mode determining node voltage, frequency, active and reactive power flows in system elements, power stations loading. The mode calculation is performed with an original computation algorithm for long-term dynamics in power system which enables to simulate modes with off-nominal frequency and voltage, power systems division into parts and other emergencies. The power system model can also specify system and emergency automation. Before training the auto-execute script of the lesson can be specified (e.g., emergency evolution). The control room model enables to employ operating data display facilities, used by system operators at normal operations. These are dispatching desks, wall diagrams, and alarm annunciators (Tyan & Budovskiy, 2013).

## Methodological Support and Implementation

As an implementation example a fragment of a business game courseware “Blackout of 220 kV power line Tsentralnaya – TPP-2 with automatics of power station unloading in case of de-energizing two power lines of TPP-2 in the network maintenance diagram” is presented. The game is organized on the basis of Training power network. The Training power network includes a Regional Dispatching Office with the next facilities: Svyatogorskaya SDPP and Yuzhnaya SDPP, Svetlaya HPP, TPP-1 and TPP-2, TPP station units of petroleum processing plant and an integrated iron-and-steel works TPP, three 500 kV substations, eighteen 220 kV substations, and five 110 kV substations

Participants are furnished with the next data: a power system reference regime; a standard pattern deviation and emergency disturbance; a leading-in and assignment; an optimum solution to emergency disturbance elimination.

A training session can be divided into five stages:

1. Study of terminology, diagrams and equipment.
2. Initial operating mode and regime state clarification. A student who is a Dispatcher actively uses Dispatcher interface of the regime simulator and calls Instructor to specify the operation mode and power system equipment condition, when current information is not displayed on the Dispatcher interface, and to specify the mode state.
3. Emergency development period based on the business game scenario involving emergency automation. During this period a trainee makes an assessment of the situation and plans emergency operating procedures. Situation assessment is based on the data obtained through the Dispatcher Interface and messages announced by the instructor.
4. Emergency management and power system restoration. A student who is a Dispatcher executes emergency management plan in accordance with the optimum solution to the problem. He gives instructions to the facilities, which instructor puts into the model managing the power system model (Tyan & Budovski, 2013).
5. Evaluation of emergency response business game. The commands data are registered in the record of decision by one of the participants. The business game is

evaluated with reference to the record of decisions and the process list with demerit and bonus points for completing the regime task.

### **Classification of business games**

Business game includes elements such as: objective of the game, script of the game, a set of roles and responsibilities of players, rules of the game, game system of evaluation, methodological support. Efficiency of use of such a complex form of education as a business game, determined by the clarity of choice purposes of the application, which represent an important first step in the development of game model. The second element of the model is the script of the game. The script consists of the following substructures:

1. Subject of game.
2. The content of the contradictions or conflict.
3. Mechanism for generating events in the business game.
4. The general sequence of the game (flowchart).
5. Duality.

One of the main requirements of the script is the relationship between the subject of games in educational activity and subject to future professional activity. The script is constructed for use by students and teachers, so the inclusion of a reference to subject of the game allows clear fix the procedures that will be practiced in the game. To a certain extent it can be said that, being associated with the object of imitation, this element of script contributes to the creation the target installation on the game. Great importance is the creation of the problem situation in the business games scripts. Tasks should include certain contradiction to the resolution of which the student is applied in the course of the game.

Technique of the organization of the business game includes the following steps: preparatory stage, the stage of implementation, analysis and synthesis stage.

In the structure of computer educational-business games, four blocks and three levels can be identified:

- authorization block (enter the game, the choice of theme);

- block of the game mechanics (instruction rules of the games);
- education block (user interface);
- estimator the game situation (analysis and evaluation);
- operational level (key controls);
- tactical level (degree of complexity);
- strategic level (outcome).

The system of classification of business games allows identify them in the space a series of signs. In the business game by a special way of the experiment, the experiment is carried out under laboratory conditions. Under certain circumstances, business games are the most efficient way of getting information about the object. Thus, in the dangerous conditions of the natural experiment danger may threaten the health or human life, for example, in conditions of its operations in aggressive environments, or it may threaten the existence of the object of human activity, for example, if it is an explosive object. Other circumstances arise when there is no possibility of natural experiments, for example, in a designing of experiments of the object, or for large-scale object, or with the significant detriment of natural experiments. It is possible to identify the main directions of use of business games:

1. games to educate students, students gaining knowledge and skills and also for vocational guidance and assessment of professional suitability of students in universities;
2. to improve the professional training of specialists and for the selection of experts during replacement of vacant positions;
3. games research to generate new knowledge;
4. games to solve practical problems, including the choice of management solutions.

The above list can be substantially extended.

Naturally, the appointment of business games predetermines peculiarities of their structure, function, modeled aspects of the operation, complexity, and other characteristics.

During execution of business games computer can perform different functions. On the grounds of a personal computers, a rational allocation of the four types of business games.

1. The subject of management – a person, the object of control – a person.
2. The subject of management – computer involving human, the control object - computer involving human.
3. The subject of management – a person, the object of control – computer involving human.
4. The subject of management – computer involving a person, the object of control – a person.

Currently, the teaching of students is finding increasing application of information technology with the use of personal computers. The games business a person actively interacts with the simulation object the power industry. This creates a virtual system, and the students in the system can act as a managed object or as a subject of management.

Specificity of educational-business games define the following provisions:

- description of the object of the game simulation;
- recreation of the structure and functional units of professional activity in the gaming model;
- modeling in the game of professional work conditions maximally approximated to the reality;
- system of educational material, presented in a simulation model of professional activity;
- joint activity participants in the game, performing the role envisaged by the terms of games;
- self-development of the situation in the game, which resulted in the implementation of the preceding stage of tasks affect the course of the subsequent;
- the presence of problematic, conflict situations;
- compressed time scale, allowing for a minute to reproduce something that in real conditions may go months;
- control of game time;

- the presence of a specially developed course evaluation system and game results;
- the development of the rules governing the game;
- the presence of a competitive element;
- combination of training and educating effect by student's subordination standards for collective action.

### **The process of organizing training of dispatching personnel**

In Open Society "SO UPS" function simulator training centers, in which the following classes are organized:

- Training, for lectures and workshops with trained personnel, equipped with a video projector with a screen-rated, interactive whiteboard, document camera and computer equipment;
- Training, practice for conducting emergency response dispatch personnel, divided soundproof partition into zones for leading emergency training and exercising. Class is equipped with video wall, video surveillance system, complex dispatch recording, the necessary means of communication and computer equipment, fitted with the software products simulating workplace dispatcher and the display of mode of the united energy system;
- Pre-examination training for conducting pre-exam training, equipped with computers, workplaces installed software package for training and testing "Expert Manager".

Emergency response exercise are prepared on the basis of the practice schedules, the list of recommended by conducting practice programs.

On electric power utilities compiled the annual schedule of emergency response training, which is included in the annual schedule of work with facility staff and approved by management. Based on enterprise practice schedule drawn up a schedule of the structural unit practice, which included further training, not related to other units.

Schedule division agrees with the engineer-inspector manual, engineer training and production and technical training, safety engineer and approved by management.

For each structural subdivision of the enterprise are developed monthly charts of practice taking into account the current production activities and the annual schedule. Monthly schedules must be approved by the leadership of the structural unit.

In the monthly charts should be indicated: the type of training; the date of the; involved staff; the head [27].

Head of training is responsible for the preparation and conduct of training.

Head of training is the chief or his deputy. At carrying out systematic, network-wide, regional and general training are also appointed the heads of training in the areas.

When compiling the list of recommended training need to focus on recommendations [28]:

- Accidents and failures in the work occurring in power systems, power plants and networks;
- Possible emergency situations on the equipment specified in the standard instructions and other guidance documents for the prevention of accidents;
- Existing equipment defects or possible in the practice of abnormal operating modes of the power, network, or district energy system;
- Seasonal phenomena that threaten the normal operation of the equipment (storms, ice, transform, floods, etc.);
- commissioning of the new, not earned in the operation of equipment, new electrical and thermal schemes and modes.

The choice of training topics should be carried out by its head, and the preparation of the training program manager may designate a person who has the necessary knowledge and experience.

Subject training should be realistic in terms of content. If training is done in the workplace, then as the source schema and modes of operation of equipment is recommended to take the scheme and the regime, which should be in the workplace at the beginning of the workout. It should be further considered:

- change in the patterns and modes of operation of the equipment, caused by the production of repair work;
- availability of personnel in the field;
- the state of relations between objects;



- design features of the equipment.

It constitutes a detailed program of organizing and conducting training for selected topics. The program includes the following main indicators of training must include:

- type of training and its theme;
- date, time and venue of the training;
- the method of training;
- surname, first name, position of training manager;
- surname, first name, position of the head of fire extinguishing (for training, combined with a fire);
- the list of participants of training for each workplace (last name, first name of each person);
- the list of intermediaries, indicating the site the names of control, name, patronymic and position (as mediators to be appointed by the employees who are familiar with the scheme, and site equipment, as well as instructions, the rights and obligations of persons serving portion, the number of participants in training, controlled by one person, is defined in each case in the preparation of the program);
- the purpose of the exercise;
- reference time of an accident;
- scheme and the equipment operations before the accident, indicating deviations from the normal schemes (modes) of the equipment;
- causes of the accident, its development and impact;
- balanced description of the time-optimal sequence of actions of participants of the training on the liquidation of the accident (the possible options and their comparative characteristics);
- a method of transmitting the introductory part of the training, the conditioned signals and messages in the course of training;
- the order of usage of training participants;
- map of each participant training.

To the program, it is desirable to make recommendations on the evaluation and description of the most likely erroneous actions trainees. The developed program is signed by the head of training.

Program system, network-wide and regional practice should be coordinated with the heads of the participating enterprises. Program general station practice should be coordinated with the heads of the participating divisions.

If prepares training will take place at the workplace, it is necessary to check availability and serviceability of technical equipment that will be used during training, and complete the necessary documentation.

Before the training is carried out a preliminary analysis of the program with the leaders in the areas of training and with the mediators, with the specified procedures and the participants discussed possible errors trainees. The theme and the program of training the operational personnel involved in it, are not informed in advance.

Emergency response exercise begins by decision of the head of emergency training. The mediators informed the participants about the changes that have occurred in the operation of the power system, equipment outages, etc. in accordance with the program of emergency training. In the process of emergency training one of the participants (independently or with the help of technological personnel) by the regime simulator dispatcher provides input disturbances, failures simulated off equipment, including alarm systems, automatic disabling of devices, transfer of equipment at predetermined modes, etc. in accordance with the program of emergency training, taking into account actions of participants of the emergency exercise. Emergency response exercise ends by the decision of the head of emergency training. At the end of the emergency the results of the training is made summing up, in order to assess the correctness of actions of participants of the emergency exercise at liquidation process violations, under the theme of emergency training, refer to activities that enhance the quality of supervisory staff and improve the organization of emergency response training.

## **Requirements for training students of power engineers**

Terms and conditions of business games in teaching students at the university, contributing to improving the quality of preparation of students for future professional activities include:

- Software and substantial conditions that ensure the development of programs for special purposes, the creation story of cognitive tasks, based on the problematic training and practical application of theoretical knowledge;
- methodical conditions, which ensure the implementation active learning methods, the coordination of individual and group forms of education;
- Terms of personal development, which stimulate the transition of external motivation to internal training, stimulate thought processes of students, enhance the quality of knowledge and computer literacy of the participants of the gameplay;

The process model of teaching students using the gaming ensures the unity of traditional and computer-based training methods. Model students learning process with the use of computer training and business games based on activity, competency, and information-communications approaches to learning.

Energy companies face a number of problems, such as severe weather conditions, disconnection from network. To improve reliability and meet these challenges, companies must ensure that operators are properly trained and prepared to handle different scenarios.

The role of the air traffic controllers who have to make decisions under the pressure of stress is one of the main components of security of the system as a whole. The instability of the energy system has shown that the human factor can have extreme consequences.

Regime simulator dispatcher is a key tool for developing scenarios for the operational management of which may lead to large-scale blackouts, if not promptly resolved.

Regime dispatcher training simulator provides a system, which realistically simulates the energy system and interacts with the student, simulating events in the control

center. RTD displays various network conditions and simulates the events during the study.

It should be noted that the main feature of the regime is a dispatcher simulator training, improvement of skills and analysis. RTD allows you to perform a systematic approach to the problem, in order to determine why any adverse events and to find a corrective action.

There is a need to provide more directed training of students in the field of operational management, as provided for in the place of future work in power companies. Application software system designed for the preparation of the dispatching personnel of electric power systems, has proven efficiency for the preparation of students-power industry.

Business game as an active learning method is applied in higher education in industrial training systems, training production workers and managerial staff of enterprises and institutions where training is aimed primarily at practicing specific skills to operate in a well-defined real-world conditions, where the professional activities of the structure is recreated through training and game model of the production situation. Business games promote lasting consolidation of knowledge of students, enhance their mental activity, the development of practical skills and abilities.

## **Conclusion**

Therefore, business game can be efficiently applied to develop students' abilities to plan standard operating conditions and promptly respond to emergency situations initiated by equipment failure. It proves advisability of subsequent use of business games as an efficient tool for student training to prepare them for future professional activity at power system enterprises.

## **Приложение Б (обязательное)**

### **Описание схемы для проведения деловых игр**

Принципиальная схема – 500, 220, 110 кВ ФинистЭнерго представлена на рис. Б.1.

В операционной зоне Финист РДУ находятся следующие объекты электроэнергетики:

- Святогорская ГРЭС и Южная ГРЭС;
- Светлая ГЭС;
- ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2;
- блок-станции – ТЭЦ нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) и ТЭЦ центрального металлургического комбината (ЦМК);
- 3 подстанции 500 кВ, 18 подстанций 220 кВ; 5 подстанций 110 кВ.

### **Организация оперативно-диспетчерского управления процессами ликвидации аварийной ситуации**

- Ответственным за поддержание и регулирование частоты в ЕЭС является диспетчер ЦДУ ЕЭС.
- Диспетчер Финист РДУ оперативно подчинён диспетчеру ОДУ ОЭС:
  - Диспетчер Финист РДУ докладывает диспетчеру ОДУ ОЭС обо всех вынужденных (фактических или предполагаемых) отклонениях от заданного диспетчерского графика для принятия решения об изменении диспетчерского графика и дальнейшего управления режимом работы объектов электроэнергетики в операционной зоне Финист РДУ.
  - Диспетчер Финист РДУ участвует в поддержании и регулировании частоты в ЕЭС путём соблюдения, заданного диспетчером ОДУ ОЭС графика генерации на электростанциях операционной зоны Финист РДУ.

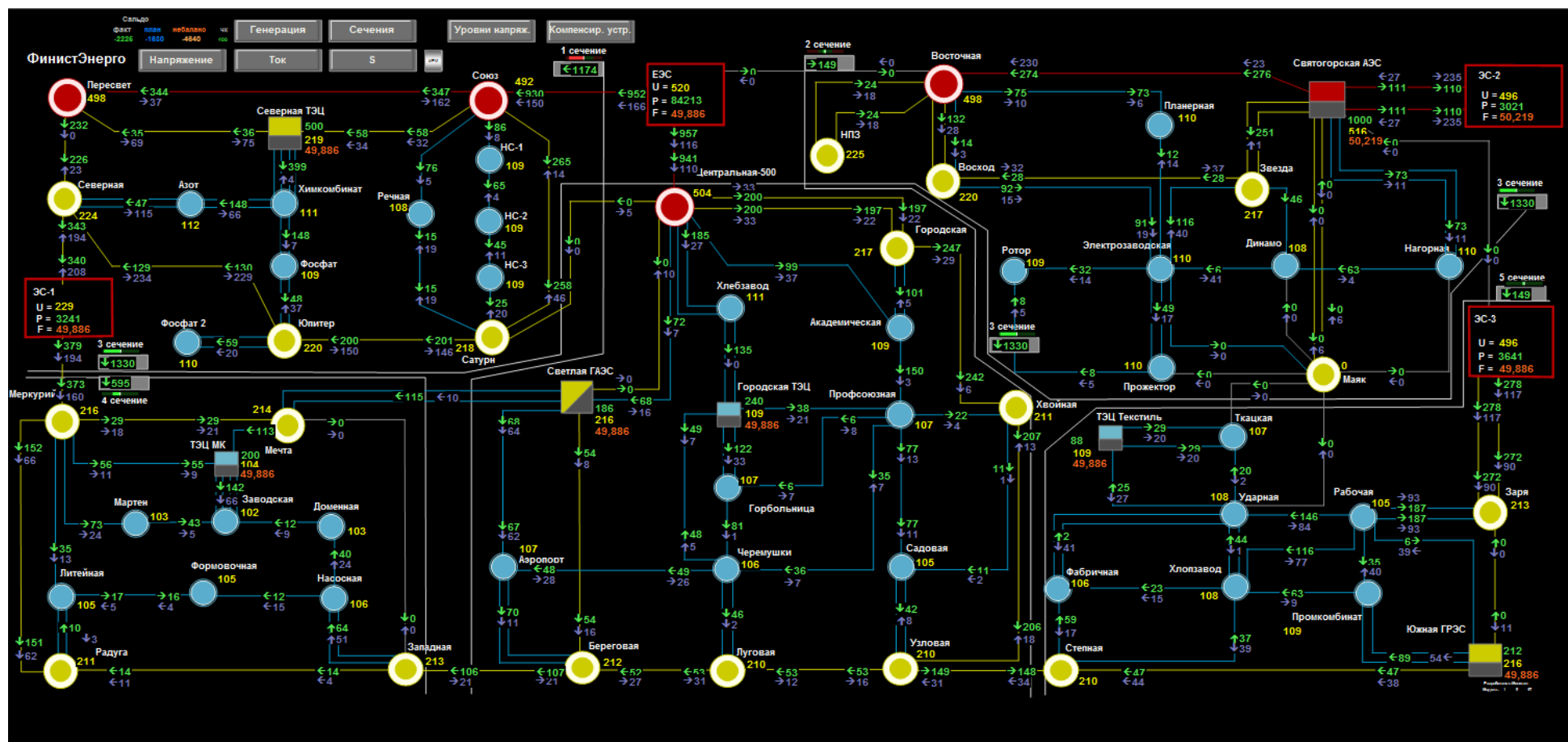


Рисунок Б.1 – Принципиальная схема ФинистЭнерго

- Диспетчеру Финист РДУ оперативно подчинён дежурный персонал подстанций 500-220 кВ Финист ПМЭС, оперативный персонал ЦУС Финист РСК, НСС ГРЭС, НСС ГЭС, НСС ТЭЦ.

- Эксплуатационное обслуживание ВЛ 500-220 кВ и ПС 500-220 кВ осуществляет Финист МЭС, ВЛ 110 кВ и ПС 110 кВ – Финист РСК.

### **500-220 кВ**

- Отключение и включение **ВЛ 500 кВ**, находящихся в диспетчерском управлении диспетчера ОДУ ОЭС и в ведении диспетчера Финист РДУ (табл. П1.1), производятся по команде **диспетчера ОДУ ОЭС** после согласования с диспетчером Финист РДУ.

- Отключение и включение **ВЛ 500-220 кВ**, находящихся в диспетчерском управлении диспетчера Финист РДУ и в ведении диспетчера ОДУ ОЭС, производятся по команде **диспетчера Финист РДУ** с разрешения диспетчера ОДУ ОЭС.

- Команды на **ПС Союз, Восточная и Святогорскую ГРЭС** диспетчер ОДУ отдаёт непосредственно (табл. П1.4).

- Диспетчер Финист РДУ отдаёт команды дежурному персоналу **подстанций 500-220 кВ** Финист ПМЭС и НСС ГРЭС, ГЭС, ТЭЦ (для производства переключений на соответствующем объекте).

- Команды на объекты **энергосистем ЭС-1, ЭС-3** при отключении и включении **ВЛ 220 кВ «ЭС-1-Меркурий 1,2» и «Заря-ЭС-3 1,2»** отдаются **диспетчеру РДУ ЭС-1, ЭС-3** для производства переключений на объекте электроэнергетики соответствующей операционной зоны.

- После отключения и заземления **ВЛ 500 кВ** диспетчер ОДУ ОЭС подтверждает, что необходимые предварительные операции по отключению, заземлению и переключениям во вторичных цепях выполнены.

- После отключения и заземления **ВЛ 500-220 кВ** диспетчер Финист РДУ подтверждает, что необходимые предварительные операции по отключению, заземлению и переключениям во вторичных цепях выполнены.

- Расчёт места повреждения на **ВЛ 500 кВ**, находящихся в диспетчерском управлении диспетчера ОДУ ОЭС, производит уполномоченный персонал МЭС ОЭС. Данные для расчёта персонал МЭС ОЭС получает от дежурного персонала подстанций МЭС, а со Святогорской ГРЭС – диспетчера ОДУ ОЭС.

- Расчёт места повреждения на **ВЛ 500-220 кВ**, находящихся в диспетчерском управлении диспетчера Финист РДУ, производит уполномоченный персонал Финист ПМЭС. Данные для расчёта персонал Финист ПМЭС получает от дежурного персонала ПС 500-220 кВ Финист ПМЭС, с ГРЭС, ГЭС, ТЭЦ от диспетчера Финист РДУ, с объектов ЭС-1, ЭС-3 от персонала ПМЭС ЭС-1 и ЭС-3.

### **110 кВ**

- Отключение и включение **ВЛ 110 кВ**, находящихся в диспетчерском управлении диспетчера Финист РДУ и в ведении оперативного персонала ЦУС Финист РСК, производятся по команде **диспетчера Финист РДУ** (табл. П1.1) после согласования с оперативным персоналом ЦУС Морозовской РСК.

- Диспетчер Финист РДУ отдаёт команды дежурному персоналу **подстанций 110 кВ** Финист РСК и НСС ГРЭС, ГЭС, ТЭЦ (для производства переключений на соответствующем объекте).

- Отключение и включение **ВЛ 110 кВ**, находящихся в оперативном управлении оперативного персонала ЦУС Финист РСК и в ведении диспетчера Финист РДУ, производятся по команде **оперативного персонала ЦУС Финист РСК** с разрешения диспетчера Финист РДУ.

- Оперативный персонал ЦУС Финист РСК отдаёт команды дежурному персоналу **ПС 110 кВ** Финист РСК непосредственно.

- После отключения и заземления **ВЛ 110 кВ** диспетчер Финист РДУ подтверждает, что необходимые предварительные операции по отключению, заземлению и переключениям во вторичных цепях выполнены.

- Расчёт места повреждения на **ВЛ 110 кВ**, находящихся в диспетчерском управлении диспетчера Финист РДУ, производит оперативный персонал ЦУС Финист РСК. Данные для расчёта оперативный персонал ЦУС Финист РСК



получает от дежурного персонала ПС 110 кВ Финист РСК, а с ГРЭС, ГЭС, ТЭЦ – от диспетчера Финист РДУ.

- Организацию безопасного производства ремонтных работ на ВЛ, находящихся:

- в диспетчерском управлении диспетчера ОДУ ОЭС, осуществляет уполномоченный персонал МЭС ОЭС;

- в диспетчерском управлении диспетчера Финист РДУ – уполномоченный персонал Финист ПМЭС (для ВЛ 500-220 кВ) или оперативный персонал ЦУС Финист РСК (для ВЛ 110 кВ).

Перечень распределения объектов диспетчеризации по способу управления в операционной зоне диспетчерского центра Финист РДУ приведен в табл. Б.1-Б.4.

Таблица Б.1 – ВЛ-500 кВ, реакторы ВЛ без ВВ, РЗ, АПВ, ФОЛ, АЛАР, устройства передачи аварийных сигналов и команд (УПАСК)

№	Наименование ВЛ	Находится в диспетчерском управлении	Находится в ведении	
			ВЛ	РЗ и ПА
1.	ЕЭС – Союз	ОДУ ОЭС	ЦДУ ЕЭС Финист РДУ	Финист РДУ
2.	ЕЭС – Восточная	ОДУ ОЭС	ЦДУ ЕЭС Финист РДУ	Финист РДУ
3.	Пересвет – Союз	Финист РДУ	ЦДУ ЕЭС ОДУ ОЭС	ОДУ ОЭС
4.	Восточная – Святогорская ГРЭС	Финист РДУ	ЦДУ ЕЭС ОДУ ОЭС Святогорская ГРЭС	ОДУ ОЭС Святогорская ГРЭС
5.	Святогорская ГРЭС – ЭС-3	ОДУ ОЭС	ЦДУ ЕЭС Финист РДУ ЭС-2 РДУ Святогорская ГРЭС	Финист РДУ ЭС-2 РДУ Святогорская ГРЭС

Таблица Б.2 – ВЛ-220 кВ, РЗ, АПВ, ФОЛ, АЛАР, устройства передачи аварийных сигналов и команд (УПАСК)

№№	Наименование ВЛ	Находится в диспетчерском управлении	Находится в ведении	
			ВЛ	РЗА
1.	ЭС-1 – Меркурий 1,2	Финист РДУ	ОДУ ОЭС ЭС-1 РДУ	ЭС-1 РДУ
2.	Меркурий – Пересвет	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
3.	Меркурий – Радуга	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
4.	Радуга – Западная	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
5.	Западная – Мечта	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
6.	Мечта – Меркурий	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
7.	Западная – Береговая	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
8.	Светлая ГАЭС – Центральная	Финист РДУ	ОДУ ОЭС Светлая ГАЭС	Светлая ГАЭС
9.	Светлая ГАЭС – Береговая	Финист РДУ	ОДУ ОЭС Светлая ГАЭС	Светлая ГАЭС
10.	Береговая – Луговая	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
11.	Луговая – Узловая	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
12.	Узловая – Хвойная	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
13.	Хвойная – Городская	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
14.	Городская – Центральная	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
15.	Сатурн – Центральная	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
16.	Союз – Сатурн	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
17.	Северная ТЭЦ – Союз	Финист РДУ	ОДУ ОЭС Северная ТЭЦ	Северная ТЭЦ
18.	Северная ТЭЦ – Пересвет	Финист РДУ	ОДУ ОЭС Северная ТЭЦ	Северная ТЭЦ
19.	Пересвет – Северная	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
20.	Северная – Юпитер	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
21.	Юпитер – Сатурн	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
22.	Центральная – Восточная	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
23.	Узловая – Степная	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
24.	Степная – Южная ГРЭС	Финист РДУ	ОДУ ОЭС Южная ГРЭС	Южная ГРЭС
25.	Южная ГРЭС – Заря	Финист РДУ	ОДУ ОЭС Южная ГРЭС	Южная ГРЭС
26.	Маяк – Святогорская АЭС	Финист РДУ	ОДУ ОЭС Святогорская АЭС	Святогорская АЭС
27.	Заря – ЭС-3, 1,2	Финист РДУ	ОДУ ОЭС ЭС-3	ЭС-3,1,2
28.	Восточная – Восход	Финист РДУ	ОДУ ОЭС	
29.	Восход – Святогорская АЭС	Финист РДУ	ОДУ ОЭС Святогорская АЭС	Святогорская АЭС

Таблица Б.3 – ВЛ-110 кВ, РЗ, АПВ, АЛАР

№	Наименование ВЛ	Находится в диспетчерском управлении	Находится в ведении	
			ВЛ	РЗА
1	ТЭЦ-1(МК) – Западная 1,2	Финист РДУ	ЦУС Финист РСК ТЭЦ-1	ЦУС Финист РСК ТЭЦ-1
2	ТЭЦ-1(МК) – Заводская 1,2	Финист РДУ	ЦУС Финист РСК ТЭЦ-1	ЦУС Финист РСК ТЭЦ-1
3	Юпитер – Заводская 1,2	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
4	Заводская– Мартен	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
5	Мартен–Меркурий	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
6	Меркурий –Литейная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
7	Литейная –Радуга	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
8	Литейная –Формовочная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
9	Формовочная – Насосная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
10	Насосная – Западная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
11	Насосная – Доменная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
12	Доменная – Заводская	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
13	Светлая ГАЭС 1,2–Мечта	Финист РДУ	ЦУС Финист РСК Светлая ГЭС	ЦУС Финист РСК Светлая ГЭС
14	Центральная – Светлая ГАЭС 1	Финист РДУ	ЦУС Финист РСК Светлая ГЭС	ЦУС Финист РСК Светлая ГЭС
15	Светлая ГАЭС - Аэропорт	Финист РДУ	ЦУС Финист РСК Светлая ГЭС	ЦУС Финист РСК Светлая ГЭС
16	Аэропорт – Береговая	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
17	Аэропорт –Черемушки	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
18	Черемушки – Луговая	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Морозовское РДУ
19	Черемушки – Горбольница	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Морозовское РДУ
20	Черемушки – Городская ТЭЦ	Финист РДУ	ЦУС Финист РСК Городская ТЭЦ	ЦУС Финист РСК Городская ТЭЦ

Продолжение таблицы Б.3

№	Наименование ВЛ	Находится в диспетчерском управлении	Находится в ведении	
			ВЛ	РЗА
21	Черемушки – Профсоюзная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
22	Профсоюзная – Садовая	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
23	Садовая – Узловая	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
24	Горбольница – Городская ТЭЦ	Финист РДУ	ЦУС Финист РСК Городская ТЭЦ	ЦУС Финист РСК Городская ТЭЦ
25	Профсоюзная – Городская ТЭЦ	Финист РДУ	ЦУС Морозовской РСК Городская ТЭЦ	ЦУС Морозовской РСК Городская ТЭЦ
26	Профсоюзная – Горбольница	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
27	Профсоюзная – Академическая	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
28	Академическая – Центральная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
29	Академическая – Городская	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
30	Восточная – Планерная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
31	Восточная – Восход	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
32	Восход – Электрозаводская	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
33	Планерная – Электрозаводская	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
34	Электрозаводская – Звезда	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
35	Электрозаводская – Динамо	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
36	Звезда – Динамо	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
37	Электрозаводская – Ротор	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
38	Ротор – Прожектор	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
39	Электрозаводская – Прожектор	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
40	Электрозаводская – Маяк	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
41	Маяк – Прожектор	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
42	Маяк – Динамо	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
43	Динамо – Нагорная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ

Продолжение таблицы Б.3

№	Наименование ВЛ	Находится в диспетчерском управлении	Находится в ведении	
			ВЛ	РЗА
44	Маяк – Нагорная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
45	Нагорная – Святогорская АЭС	Финист РДУ	ЦУС Финист РСК Святогорская АЭС	ЦУС Финист РСК Святогорская АЭС
46	Маяк – Ткацкая	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
47	Ткацкая ТЭЦ – Текстиль	Финист РДУ	ЦУС Финист РСК ТЭЦ Текстиль	ЦУС Финист РСК ТЭЦ Текстиль
48	ТЭЦ текстиль – Ударная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
49	Ударная – Ткацкая	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
50	Маяк – Ударная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
51	Ударная – Фабричная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
52	Фабричная – Хлопзавод	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
53	Фабричная – Степная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
54	Степная – Хлопзавод	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
55	Хлопзавод – Ударная	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
56	Ударная – Рабочая	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
57	Рабочая – Хлопзавод	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
58	Рабочая – Промкомбинат	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
59	Хлопзавод – Промкомбинат	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ
60	Промкомбинат – Южная ГРЭС	Финист РДУ	ЦУС Финист РСК Южная ГРЭС	ЦУС Финист РСК Южная ГРЭС
61	Южная ГРЭС – Рабочая	Финист РДУ	ЦУС Финист РСК Южная ГРЭС	ЦУС Финист РСК Южная ГРЭС
62	Рабочая – Звезда	ЦУС Финист РСК	Финист РДУ	Финист РДУ

Таблица Б.4 – Оборудование и РЗА электростанций, подстанций

Наименование оборудования	Находится в управлении	Находится в диспетчерском ведении	
		оборудование	РЗА
<b>ПС «Союз»</b>			
Присоединения ВЛ-500 кВ «ЕЭС – Союз», «Пересвет – Союз»	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	
Присоединение ВЛ 220 кВ «Союз – Центральная», «Сатурн – Союз», «Северная ТЭЦ – Союз»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Системы шин 500 кВ, ДЗШ 500 кВ, УРОВ 500 кВ	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	ОДУ ОЭС Финист РДУ
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
Реакторы Р-1, Р-2 500 кВ, их присоединения, защиты и УРОВ	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
<b>ПС «Восточная»</b>			
Присоединения ВЛ-500 кВ «ЕЭС – Восточная», «Восточная – Святогорская АЭС»	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	
Присоединение ВЛ 220 кВ «НПЗ – Восточная», «Восточная – Восход»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Системы шин 500 кВ, ДЗШ 500 кВ, УРОВ 500 кВ	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	ОДУ ОЭС Финист РДУ
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
Реактор Р-1 500 кВ, его присоединение, защиты и УРОВ	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
<b>ПС «Пересвет»</b>			
Присоединение ВЛ-500 кВ «Пересвет – Союз»	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	
Присоединения ВЛ-220 кВ «Северная ТЭЦ – Пересвет», «Пересвет – Северная»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Системы шин 500 кВ, ДЗШ 500 кВ, УРОВ 500 кВ	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	ОДУ ОЭС Финист РДУ
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ

Продолжение таблицы Б.4

Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
<b><u>Святогорская АЭС</u></b>			
Присоединение ВЛ 500 кВ «Восточная – Святогорская АЭС»,	Персонал ГРЭС	ОДУ ОЭС Финист РДУ	
Присоединения ВЛ-500 кВ «Святогорская АЭС – ЭС-2,3»	Персонал ГРЭС	ОДУ ОЭС ЭС-2 РДУ Финист РДУ	
Присоединения ВЛ-220 кВ «Маяк – Святогорская ГРЭС», «Звезда – Святогорская АЭС»	Персонал ГРЭС	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ-110кВ «Нагорная – Святогорская ГРЭС 1,2»	Персонал ГРЭС	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 500 кВ, ДЗШ 500 кВ, УРОВ 500 кВ	Персонал ГРЭС	ОДУ ОЭС Финист РДУ	ОДУ ОЭС Финист РДУ
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал ГРЭС	Финист РДУ	Финист РДУ
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал ГРЭС	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал ГРЭС	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-3,4, их защиты	Персонал ГРЭС	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
Энергоблоки №№ 1÷4	Персонал ГРЭС	ЦДУ ЕЭС ОДУ ОЭС Финист РДУ	
<b><u>ПС «Центральная»</u></b>			
Присоединения ВЛ-500 кВ «ЕЭС – Центральная»,	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	
Присоединение ВЛ 220 кВ «Сатурн – Центральная», «Городская – Центральная»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Системы шин 500 кВ, ДЗШ 500 кВ, УРОВ 500 кВ	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	ОДУ ОЭС Финист РДУ
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
Реактор Р-1 500 кВ, его присоединение, защиты и УРОВ	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
<b><u>ПС «Северная»</u></b>			
Присоединение ВЛ-220 кВ «Пересвет – Северная», «Северная – Юпитер»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ

Продолжение таблицы Б.4

Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
<b><u>ПС «Юпитер»</u></b>			
Присоединения ВЛ- 220 кВ «Северная – Юпитер», «Юпитер – Сатурн»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ- 110 кВ «Юпитер – Фосфат 1,2», «Юпитер – Фосфат 2 1,2»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
<b><u>ПС «Сатурн»</u></b>			
Присоединение ВЛ-220 кВ «Сатурн – Союз», «Юпитер – Сатурн»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ- 110 кВ «Сатурн – Речная», «Сатурн –НС 1,2,3»			
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
<b><u>ПС «Мечта»</u></b>			
Присоединение ВЛ-220 кВ «Мечта – Меркурий», «Мечта – Западная	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ- 110 кВ «Мечта – ТЭЦ МК», «Мечта – Светлая ГАЭС»			
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
<b><u>ПС «Радуга»</u></b>			
Присоединение ВЛ-220 кВ «Радуга Меркурий», «Радуга Западная»			
Присоединения ВЛ- 110 кВ «Радуга Литейная»			
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ			
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-1,2, их защиты			
Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ



Продолжение таблицы Б.4

Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
<b><u>ПС «Западная»</u></b>			
Присоединения ВЛ 220 кВ «Западная – Мечта», «Радуга – Западная»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ 110 кВ «Насосная – Западная 1,2»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ-220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Системы шин 110 кВ, ДЗШ-110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал Подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
<b><u>Светлая ГАЭС</u></b>			
Присоединения ВЛ 220 кВ «Западная – Светлая ГЭС», «Светлая ГЭС – Береговая», «Светлая ГАЭС Центральная»	Персонал ГЭС	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ 110 кВ «Мечта – Светлая ГЭС 1,2», «Аэропорт – Светлая ГЭС», «Центральная – Светлая ГЭС»	Персонал ГЭС	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал ГЭС	Финист РДУ	Финист РДУ
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал ГЭС	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110кВ, АТ-1,2, их защиты	Персонал ГЭС	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
Гидрогенераторы 1 – 5 и их блочные трансформаторы	Персонал ГЭС	ЦДУ ЕЭС ОДУ ОЭС Финист РДУ	
<b><u>ПС «Береговая»</u></b>			
Присоединение ВЛ 220 кВ «Светлая ГАЭС – Береговая», «Береговая – Луговая», «Береговая – Западная»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединение ВЛ 110 кВ «Аэропорт – Береговая»,	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110кВ, АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ

Продолжение таблицы Б.4

Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
ПС «Луговая»			
Присоединение ВЛ 220 кВ «Луговая – Узловая», «Береговая – Луговая»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединение ВЛ 110 кВ «Луговая – Черемушки»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110кВ, АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
ПС «Узловая»			
Присоединения ВЛ 220 кВ «Узловая – Степная», «Узловая – Луговая»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ 220 кВ «Узловая – Садовая»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Морозовское РДУ
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110 кВ, АТ-1,2, их присоединения и защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
ПС «Хвойная»			
Присоединения ВЛ 220 кВ «Городская – Хвойная», «Узловая– Хвойная»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ 110 кВ «Хвойная – Профсоюзная», «Хвойная – Садовая»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ

Продолжение таблицы Б.4

Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
ПС «Городская»			
Присоединения ВЛ 220 кВ «Центральная – Городская», «Городская – Хвойная»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ 110 кВ «Академическая – Городская»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
ПС «Степная»			
Присоединение ВЛ 220 кВ «Южная ГРЭС – Степная» «Степная – Узловая»,	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединение ВЛ 110 кВ «Фабричная – Степная»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Морозовское РДУ
Автотрансформаторы 220/110кВ, АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
<b>ПС «Маяк»</b>			
Присоединение ВЛ-220 кВ «Святогорская АЭС – Маяк»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ-110 кВ «Маяк – Ткацкая», «Маяк – Фабричная»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ

Продолжение таблицы Б.4

Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
ПС «Заря»			
Присоединение ВЛ 220кВ «Заря – Южная ГРЭС»,	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ 220 кВ «Заря – ЭС-3 1,2»	Персонал подстанции	ЭС-3 РДУ Финист РДУ	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ-220 кВ, УРОВ 220 кВ			
Системы шин 110 кВ, ДЗШ-110 кВ, УРОВ 110 кВ			
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
Южная ГРЭС			
Присоединения ВЛ 220 кВ «Заря – Южная ГРЭС», «Южная ГРЭС – Степная»	Персонал ГРЭС	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ 110 кВ «Рабочая – Южная ГРЭС», «Промкомбинат – Южная ГРЭС»	Персонал ГРЭС	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал ГРЭС	Финист РДУ	Финист РДУ
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал ГРЭС	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110кВ, АТ-1,2, их защиты	Персонал ГРЭС	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
Энергоблоки 1 – 5	Персонал ГРЭС	ЦДУ ЕЭС ОДУ ОЭС Финист РДУ	
ПС «Восход»			
Присоединения ВЛ-220 кВ «Восточная– Восход», «Восход – Звезда»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ-110 кВ «Восточная– Восход», «Восход – Электрозаводская»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Система шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Система шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ

Продолжение таблицы Б.4

Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
ПС «Звезда»			
Присоединение ВЛ 220 кВ «Звезда – Святогорская АЭС», «Восход – Звезда»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединение ВЛ 220 кВ «Звезда – Электрозаводская», «Динамо – Звезда»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
ПС «Меркурий»			
Присоединения ВЛ-220 кВ «ЭС-1 – Меркурий 1,2»	Персонал подстанции	ЭС-1 РДУ Финист РДУ	
Присоединения ВЛ-220 кВ «Меркурий – Мечта», кВ «Меркурий – Радуга»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Присоединения ВЛ-110 кВ «Меркурий – Литейная», кВ «Меркурий – ТЭЦ МК»	Персонал подстанции	Финист РДУ	
Системы шин 220 кВ, ДЗШ 220 кВ, УРОВ 220 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ	Финист РДУ
Автотрансформаторы 220/110 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
<b><u>ТЭЦ-МК</u></b>			
Присоединения ВЛ 110 кВ «ТЭЦ-МК – Меркурий», «ТЭЦ-1 – Заводская», «ТЭЦ-МК – Мечта»	Персонал ТЭЦ	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал ТЭЦ	Финист РДУ ЦУС Морозовской РСК	Финист РДУ
Турбогенераторы 1 – 6 и их блочные трансформаторы	Персонал ТЭЦ	ОДУ ОЭС Финист РДУ	
<b><u>ПС «Заводская»</u></b>			
Присоединения ВЛ 110 кВ «ТЭЦ-МК – Заводская 1,2», «Мартен – Заводская», «Заводская – Доменная»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК

Продолжение таблицы Б.4

Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
ПС «Мартен»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Мартен – меркурий», «Мартен – Заводская»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Литейная»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Литейная Меркурий», «Литейная Радуга» «Литейная Формовочная»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Формовочная»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Формовочная Литейная», «Формовочная Доменная»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Доменная»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Доменная Насосная», «Заводская Доменная»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Насосная»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Доменная Насосная», «Насосная Формовочная»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Хлебокомбинат»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Химкомбинат Северная ТЭЦ», «Химкомбинат Азот», «Химкомбинат Фосфат»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК

Продолжение таблицы Б.4

Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
ПС «Химкомбинат»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Химкомбинат Северная ТЭЦ», «Химкомбинат Азот», «Химкомбинат Фосфат»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Азот»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «, «Химкомбинат Азот», «Северная Азот»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Фосфат»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «, «Химкомбинат Фосфат», «Фосфат Юпитер»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Фосфат 2»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Фосфат 2 Юпитер»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Речная»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Союз Речная», «Речная Сатурн»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Хлебзавод»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Хлебзавод Центральная», «Хлебзавод Городская ТЭЦ»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК

Продолжение таблицы Б.4

Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
ПС «Академическая»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Академическая Центральная», «Академическая Городская ТЭЦ», «Академическая Профсоюзная»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ТЭЦ-Городская			
Присоединения ВЛ 110 кВ «ТЭЦ-Городская – Хлебзавод», «ТЭЦ-Городская – Горбольница», «ТЭЦ-Городская – Профсоюзная»	Персонал ТЭЦ	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал ТЭЦ	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
Турбогенераторы 1 – 6 и их блочные трансформаторы	Персонал ТЭЦ	ОДУ ОЭС Финист РДУ	
ПС «Горбольница»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Горбольница Городская ТЭЦ» «Горбольница Профсоюзная» «Горбольница Черемушки»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Аэропорт»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Аэропорт Светлая ГАЭС» «Аэропорт Черемушки» «Аэропорт Береговая»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Черемушки»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Аэропорт Черемушки» «Черемушки Городская ТЭЦ» «Черемушки Горбольница» «Черемушки Профсоюзная» «Черемушки Луговая»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК



Продолжение таблицы Б.4

Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
ПС «Профсоюзная»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Профсоюзная Городская ТЭЦ» «Профсоюзная Горбольница» «Профсоюзная Черемушки» «Профсоюзная Садовая» «Профсоюзная Хвойная»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Садовая»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Профсоюзная Садовая» «Садовая Узловая»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Планерная»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Планерная восточная» «Планерная Электрозаводская»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Электрозаводская»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Электрозаводская Восход» «Электрозаводская Звезда» «Электрозаводская Динамо» «Электрозаводская Ротор» «Электрозаводская Прожектор» «Электрозаводская Маяк» «Планерная Электрозаводская»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Электрозаводская»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Электрозаводская Восход» «Электрозаводская Звезда» «Электрозаводская Динамо» «Электрозаводская Ротор» «Электрозаводская Прожектор» «Электрозаводская Маяк» «Планерная Электрозаводская»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК

Продолжение таблицы Б.4

Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
ПС «Ротор»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Электрозаводская Ротор» «Ротор Прожектор»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Прожектор»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Маяк Ротор» «Ротор Прожектор»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Динамо»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Динамо Электрозаводская» «Динамо Звезда» «Динамо Маяк» «Динамо Нагорная»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Нагорная»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Динамо «Динамо Нагорная» «Нагорная Святогорская АЭС» «Нагорная Маяк»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ПС «Ткацкая»			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Ткацкая ТЭЦ Текстиль» «Ткацкая Ударная» «Ткацкая Маяк»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
ТЭЦ Текстиль			
Присоединения ВЛ 110 кВ «ТЭЦ Текстиль Ткацкая» «ТЭЦ Текстиль Ударная»	Персонал ТЭЦ	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал ТЭЦ	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ
Турбогенераторы 1 – 5 и их блочные трансформаторы	Персонал ТЭЦ	Финист РДУ	

Продолжение таблицы Б.4

Автотрансформаторы 500/220 кВ АТ-1,2, их защиты	Персонал подстанции	ОДУ ОЭС Финист РДУ	Финист РДУ
<b><u>ПС «Ударная»</u></b>			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Ударная – Ткацкая», «ТЭЦ Текстиль– Ударная», «Ударная – Маяк», «Ударная – Фабричная» «Ударная Хлебзавод» «Ударная Рабочая»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
<b><u>ПС «Рабочая»</u></b>			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Рабочая – Южная ГРЭС 1,2», «Ударная – Рабочая» «Рабочая Заря» «Рабочая Промкомбинат» «Рабочая Хлопзавод»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
<b><u>ПС «Фабричная»</u></b>			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Ударная – Фабричная 1,2», «Степная – Фабричная», «Фабричная - Хлопзавод»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
<b><u>ПС «Хлопзавод»</u></b>			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Ударная – Хлопзавод», «Степная – Хлопзавод», «Фабричная - Хлопзавод» «Рабочая Хлопзавод» «Промкомбинат Хлопзавод»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК
<b><u>ПС «Промкомбинат»</u></b>			
Присоединения ВЛ 110 кВ «Рабочая Промкомбинат», «Промкомбинат - Хлопзавод» «Южная ГРЭС Промкомбинат» «Промкомбинат Хлопзавод»	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	
Системы шин 110 кВ, ДЗШ 110 кВ, УРОВ 110 кВ	Персонал подстанции	Финист РДУ ЦУС Финист РСК	Финист РДУ ЦУС Финист РСК

Характеристики оборудования сведены в табл. Б.5-Б.10. Сведения о ВЛ представлены в табл. Б.5.

Таблица Б.5 – ВЛ Финист ЭС

№	Наименование ВЛ	Длина ВЛ, км
1	ВЛ-500 кВ ЕЭС – Союз	280
2	ВЛ-500 кВ ЕЭС – Восточная	265
3	ВЛ-500 кВ Пересвет – Союз	170
4	ВЛ-500 кВ Восточная – Святогорская ГРЭС	202
5	ВЛ-500 кВ Святогорская ГРЭС – ЭС-2 1,2	120
6	ВЛ-220 кВ ЭС-1 – Меркурий 1,2	65
7	ВЛ-220 кВ Меркурий – Пересвет	55
8	ВЛ-220 кВ Меркурий – Радуга	45
9	ВЛ-220 кВ Радуга – Западная	50
10	ВЛ-220 кВ Западная – Мечта	30
11	ВЛ-220 кВ Мечта – Узловая	45
12	ВЛ-220 кВ Узловая – ТЭЦ-2	35
13	ВЛ-220 кВ Узловая – Светлая ГЭС	50
14	ВЛ-220 кВ Светлая ГЭС – Береговая	56
15	ВЛ-220 кВ Береговая – Луговая	42
16	ВЛ-220 кВ Береговая – Хвойная	48
17	ВЛ-220 кВ ТЭЦ-2 – Центральная	17
18	КВЛ-220 кВ Центральная – Городская	19
19	ВЛ-220 кВ Союз – Центральная	67
20	ВЛ-220 кВ Центральная – Восточная	71
21	КВЛ-220 кВ Городская – Хвойная	21
22	ВЛ-220 кВ Луговая – Южная ГРЭС	46
23	ВЛ-220 кВ Южная ГРЭС – Степная	51
24	ВЛ-220 кВ Степная – Заря	34
25	ВЛ-220 кВ Заря – Святогорская ГРЭС	24
26	ВЛ-220 кВ Заря – ЭС-3 1,2	49
27	ВЛ-220 кВ Восточная – Маяк	52
28	ВЛ-220 кВ Маяк – Восход	46
29	ВЛ-220 кВ Восход – Звезда	55
30	ВЛ-220 кВ Звезда – Святогорская ГРЭС	54
31	ВЛ-220 кВ Пересвет – Северная	61
32	ВЛ-220 кВ Северная – Юпитер	42
33	ВЛ-220 кВ Юпитер – Сатурн	51
34	ВЛ-220 кВ Сатурн – Союз	38
35	ВЛ-110 кВ ТЭЦ-1 – Западная 1,2	23
36	ВЛ-110 кВ ТЭЦ-1 – Заводская 1,2	14
37	ВЛ-110 кВ Юпитер – Заводская 1,2	25
38	ВЛ-110 кВ Заводская – ТЭЦ ЦМК 1,2	8
39	ВЛ-110 кВ ТЭЦ ЦМК – Литейная 1,2	10
40	ВЛ-110 кВ Литейная – ТЭЦ-2 1,2	12
41	ВЛ-110 кВ Центральная – Светлая ГЭС 1,2	24
42	ВЛ-110 кВ Хвойная – Ударная 1,2	16
43	КВЛ-110 кВ Ударная – Фабричная 1,2	11
44	ВЛ-110 кВ Ударная – ТЭЦ НПЗ 1,2	7
45	ВЛ-110 кВ Ударная – Рабочая 1,2	12
46	ВЛ-110 кВ Рабочая – Южная ГРЭС 1,2	20

Продолжение таблицы Б.5

№	Наименование ВЛ	Длина ВЛ, км
47	ВЛ-110 кВ Маяк – Фабричная 1,2	19
48	ВЛ-110 кВ Фабричная – Святогорская ГРЭС 1,2	22

ВЛ-500 кВ выполнены проводом 3хАС 300/48, ВЛ-220 кВ – АС 400/51, ВЛ-110 кВ – АС 240/39. Длины линий приведены в табл. А.5. Допустимая длительная токовая нагрузка ВЛ-220 кВ равна 825А, ВЛ-110 кВ – 610 А.

Линии 220 кВ Центральная – Городская и Городская – Хвойная кабельно-воздушного исполнения. Допустимая длительная токовая нагрузка по кабельной вставке марки МВДТ-550-220 кВ равна 650 А. Линии 110 кВ Ударная – Фабричная 1,2 также кабельно-воздушного исполнения. Допустимая длительная токовая нагрузка по кабельной вставке марки МНАШву-625-110 кВ равна 475 А на цепь. В табл. Б.6 представлены сведения о генераторах Финист ЭС.

Таблица Б.6 – Характеристики генераторов Финист ЭС

Электростанции	Ст.№	Тип	U <sub>ном</sub> , кВ	P <sub>ном</sub> , МВт	Cos φ
Святогорская ГРЭС	1-4	ТГВ-300	20	300	0,85
Южная ГРЭС	1-5	ТВФ-100-2	10,5	100	0,8
ТЭЦ-МК	1-6	ТВФ-60-2	10,5	60	0,8
ТЭЦ-Городская	1-4	ТВФ-50-2	10,5	50	0,8
	5-7	ТВФ-100-2	10,5	100	0,8
ТЭЦ Текстиль	1-5	ТВ-25-2	10,5	25	0,8
Светлая ГЭС	1-5	СВ	13,8	80	0,85

На Святогорской ГРЭС и ПС Союз, Восточная, Пересвет установлены автотрансформаторные группы типа АОДЦТН 167000/500/220.

На Южной ГРЭС установлены автотрансформаторы типа АТДЦТН 250000/220/110.

На всех ПС 220 кВ, ТЭЦ-2 и Светлой ГЭС установлены автотрансформаторы типа АТДЦТН 125000/220/110. В табл. Б.7 представлены характеристики автотрансформаторов.

Таблица Б.7 – Характеристики автотрансформаторов Финист ЭС

Тип	S <sub>ном</sub> , МВ·А	Пре- делы регу- лирования	Каталожные данные								
			U <sub>ном</sub> обмоток, кВ			U <sub>к</sub> , %			ΔP <sub>к</sub> , кВт	ΔP <sub>х</sub> , кВт	I <sub>х</sub> , %
			ВН	СН	НН	ВН- СН	ВН- НН	СН- НН			
АОДЦТН- 167000/500/220	167	±6×2,1% РПН в линии СН	500/ √3	230/ √3	11	11	35	21,5	325	125	0,4
АТДЦТН- 250/220/110	250	±6×2%	230	121	10,5	11,5	33,4	20,8	520	145	0,5
АТДЦТН- 125/220/110	125	±6×2%	230	121	10,5	11	45	28	305	65	0,5

На ПС «Союз» и «Восточная» установлены однофазные реакторы 500 кВ. В табл. Б.8 представлены их характеристики.

Таблица Б.8 – Реакторы Финист ЭС

Тип	U <sub>ном</sub> , кВ	I <sub>ном</sub> , А	S <sub>ном</sub> , МВ·А	ΔP, кВт
РОДЦ	525/√3	198	60	3×150

На объектах электроэнергетики операционной зоны Финист РДУ установлены выключатели, характеристики которых представлены в табл. Б.9.

Таблица Б.9 – Выключатели Финист ЭС

Тип	I <sub>ном</sub> , А	S <sub>откл</sub> , МВ·А	I <sub>откл</sub> , к А	I <sub>уд</sub> , кА	t <sub>откл</sub> , с	t <sub>вкл</sub> , с
ВВБ-500	2000	31000	35,5	102	0,08	0,25
ВВБ-220	2000	12000	31,5	102	0,08	0,2
ВВБМ-110	2000	6000	31,5	102	0,07	0,2

Все трансформаторы напряжения ТН 500-220-110 кВ в схеме типа НКФ. На ПС Пересвет и Северная установлены по два синхронных компенсатора типа КСВБО-100-11. В табл. Б.10 представлены характеристики синхронных компенсаторов.

Таблица Б.10 – Синхронные компенсаторы ФинистЭС

Тип	S <sub>ном</sub> , МВА	U <sub>ном</sub> , кВ	I <sub>ном</sub> , кА	ΔP, кВт	S <sub>max</sub> при от- стающем токе, МВар	Частота вра- щения ро- тора, 1/мин
КСВБО- 100-11	100	11	5,25	1350	82,5	750

В Финист ЭС работают электростанции, представленные в табл. Б.11. Минимальная нагрузка Светлой ГЭС 40 МВт.

Таблица Б.11 – Электростанции Финист ЭС

Станция	P <sub>уст</sub> , МВт	Минимальная нагрузка блоков, МВт	Топливо
1	2	4	5
Святогорская АЭС	1200 4 × 300	<b>150</b>	Газ, мазут
Южная ГРЭС	500 5 × 100	<b>50</b>	Уголь
ТЭЦ-МК	360 6 × 60	<b>30</b>	Газ, мазут
ТЭЦ-Городская	500 4 × 50 3 × 100	<b>25</b> <b>50</b>	Газ, мазут
ТЭЦ Текстиль	125 5 × 25	<b>15</b>	Уголь
Светлая ГАЭС	400 5 × 80	<b>0</b>	Суточное регулиро- вание

Финист ЭС содержит следующие АРОЛ:

- АРОЛ сечения-1. В сечение-1 входят ВЛ 500 кВ ПС Пересвет - ПС Союз; ВЛ 220 кВ: ПС Сатурн – ПС Союз, ПС Юпитер – ПС Сатурн, ПС Юпитер – ПС Северная, ПС Северная – ПС Пересвет;
- АРОЛ сечения-2. В сечение-2 входят ВЛ 500 кВ ПС Центральная – ЕЭС; ВЛ 220 кВ: ПС Центральная – ПС Городская, ПС Городская – ПС Хвойная, ПС Узловая – ПС Хвойная, ПС Узловая – ПС Луговая, ПС Луговая – ПС Береговая
- АРОЛ сечения-3. В сечение-3 входят две ВЛ 220 кВ: ПС Меркурий – Мечта, ПС Мечта – ПС Западная, ПС Радуга – ПС Западная, ПС Радуга – ПС Меркурий. Контроль перетока в сечении выполняется в направлении на юг и на север.

На всех ВЛ 500 кВ и межсистемных ВЛ 220 кВ установлены устройства АЛАР по скорости снижения сопротивления, действующие на первом цикле асинхронного режима и со счётчиком циклов, основной и резервный комплекты, соответственно, с одной и другой стороны ВЛ.

На ВЛ 500 кВ и 220 кВ установлены следующие устройства релейной защиты и АПВ:

- Основная быстродействующая защита от всех видов коротких замыканий. На ВЛ 500 кВ Восточная – Святогорская АЭС, Пересвет – Союз в качестве основной быстродействующей защиты от всех видов повреждений установлены микропроцессорные продольные дифференциальные защиты. На ВЛ ЕЭС – Союз, ЕЭС – Восточная, установлены направленные дифференциальные высокочастотные защиты. На ВЛ Святогорская АЭС–ЭС-2 1,2 установлены высокочастотные дифференциально-фазные защиты с пусковыми органами тока обратной последовательности. На ВЛ 220кВ Восход-Восточная, Союз-Сатурн, Меркурий-Мечта, Меркурий-Радуга, Заря-Южная ГРЭС, Меркурий-ЭС-1 1,2, Заря-ЭС-3 1,2, установлены продольные дифференциальные микропроцессорные защиты. На ВЛ 220 кВ Береговая-Аэропорт, Центральная-Городская, Радуга-Западная,



Мечта-Западная, Узловая-Светлая ГАЭС, установлена микропроцессорные дифференциально-фазные защиты. На остальных ВЛ 220 и 110 кВ установлены высокочастотные дифференциально-фазные защиты ДФЗ- 201.

- Резервные защиты. В качестве резервных защит с каждой стороны ВЛ 500 кВ Восточная – Святогорская АЭС, Пересвет – Союз установлены по два терминала защит, каждый из которых содержит:

- дистанционную защиту;
- токовую направленную защиту нулевой последовательности;
- максимальную токовую защиту.

- Защита неполнофазного режима (ЗНР). Защита ВЛ выполнена на базе последней ступени защиты нулевой последовательности ВЛ и защит не переключения фаз выключателей.

- Устройство «Опробование линий». Выполнено на подстанции ЭС-2 на ВЛ Святогорская АЭС – ЭС-2.

- Ускорение резервных защит. Автоматическое ускорение до 0 с второй ступени дистанционной защиты и третьей ступени защиты от замыканий на землю выполнено на всех ВЛ.

- Устройство резервирования при отказе выключателей 500 кВ и 220 кВ (УРОВ) выполнено на всех подстанциях и электростанциях.

- Устройства трёхфазного автоматического повторного включения (ТАПВ) установлены на всех ВЛ со всех сторон.

## Приложение В

(обязательное)

### Оптимальное решение задачи «Восстановление нормального режима работы энергосистемы после аварийного отключения автотрансформатора на подстанции Маяк»

1 Назначить НСС Южной ГРЭС ответственным за регулирование частоты, дать команду регулировать частоту с уставкой 50 Гц.

	<i>Кто</i>	<i>Кому</i>	<i>Команда</i>	<i>Примечание</i>
1	Диспетчер ОДУ ОЭС	Диспетчер ЦДУ ЕЭС		Согласование команды с Диспетчером ЦДУ ЕЭС
2	Диспетчер ОДУ ОЭС	Ассистент	Дать команду регулировать частоту с уставкой 50 Гц	
3	Ассистент	Диспетчер ОДУ ОЭС	Сообщение о выполнении команды	

2 Назначить НСС Святогорской ГРЭС ответственным за регулирование частоты, дать команду регулировать частоту с уставкой 50 Гц.

	<i>Кто</i>	<i>Кому</i>	<i>Команда</i>	<i>Примечание</i>
1	Диспетчер ОДУ ОЭС	Диспетчер ЦДУ ЕЭС		Согласование команды с Диспетчером ЦДУ ЕЭС
2	Диспетчер ОДУ ОЭС	Ассистент	Дать команду регулировать частоту с уставкой 50 Гц	
3	Ассистент	Диспетчер ОДУ ОЭС	Сообщение о выполнении команды	

3 Дать команду НСС Южной ГРЭС загрузить по реактивной мощности до максимума.

	<i>Кто</i>	<i>Кому</i>	<i>Команда</i>	<i>Примечание</i>
1	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер ОДУ ОЭС		Согласование команды с Диспетчером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер ЦДУ ЕЭС		Согласование команды с Диспетчером ЦДУ ЕЭС

3	Диспетчер Финист РДУ	Ассистент	Загрузить Южную ГРЭС по реактивной мощности до макси- мума.	
4	Ассистент	Диспетчер Финист РДУ	Сообщение о выполнении команды	Контроль токовой загрузки

4 Дать команду НСС ТЭЦ Текстиль загрузить по реактивной мощности до максимума.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер ОДУ ОЭС		Согласование ко- манды с Диспет- чером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер ОДУ ОЭС	Диспетчер ЦДУ ЕЭС		Согласование ко- манды с Диспет- чером ЦДУ ЕЭС
3	Диспетчер Финист РДУ	Ассистент	Загрузить ТЭЦ Тек- стиль по реактивной мощности до макси- мума.	
4	Ассистент	Диспетчер Финист РДУ	Сообщение о выполнении команды	Контроль токо- вой загрузки

5 Дать команду отключить потребителей в Южной части Финист ЭС для подъема частоты на величину 25 МВт (до 49,7 Гц).

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер ОДУ ОЭС		Согласование ко- манды с Диспет- чером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер ОДУ ОЭС	Диспетчер ЦДУ ЕЭС		Согласование ко- манды с Диспет- чером ЦДУ ЕЭС
3	Диспетчер Финист РДУ	Ассистент	Отключить потреби- телей в Южной ча- сти на величину 25 МВт	
4	Ассистент	Диспетчер Финист РДУ	Сообщение о выполнении команды	Контроль токо- вой загрузки

6 Дать команду для подъема частоты отключить потребителей в ЭС-3 на величину 70 МВт (до 49,7 Гц).

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер ЦДУ ЕЭС	Диспетчер ЭС-3		Согласование ко- манды с Диспет- чером ЦДУ ЕЭС
2	Диспетчер ЭС-3	Ассистент	Отключить потреби- телей в ЭС-3 на вели- чину 70 МВ	

3	Ассистент	Диспетчер ЭС-3	Сообщение о выполнении команды	Контроль токовой загрузки
---	-----------	----------------	--------------------------------	---------------------------

7 После установления частоты в Южной части Финист ЭС на уровне 49,7 Гц дать команду НСС Святогорской АЭС регулировать частоту с уставкой 49,8 Гц.

	<i>Кто</i>	<i>Кому</i>	<i>Команда</i>	<i>Примечание</i>
1	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер ОДУ ОЭС		Согласование команды с Диспетчером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер ОДУ ОЭС	Диспетчер ЦДУ ЕЭС		Согласование команды с Диспетчером ЦДУ ЕЭС
3	Диспетчер Финист РДУ	Ассистент	Регулировать частоту с уставкой 49,8 на Святогорской АЭС	
4	Ассистент	Диспетчер Финист РДУ	Сообщение о выполнении команды	Контроль токовой загрузки

8 Дать команду НСС Южной ГРЭС максимум генерации с учетом допустимого перегруза оборудования.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер ОДУ ОЭС		Согласование команды с Диспетчером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер ОДУ ОЭС	Диспетчер ЦДУ ЕЭС		Согласование команды с Диспетчером ЦДУ ЕЭС
3	Диспетчер Финист РДУ	Ассистент	Загрузить генераторы на Южной ГРЭС	
4	Ассистент	Диспетчер Финист РДУ	Сообщение о выполнении команды	Контроль токовой загрузки

9 Дать команду включить всех отключенных потребителей в Южной части Финист ЭС на величину 25 МВт.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер ОДУ ОЭС	Диспетчер Финист РДУ		Согласование команды с Диспетчером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер Финист РДУ	Ассистент	включить всех отключенных потребителей в Южной части на величину 25 МВт.	
3	Ассистент	Диспетчер Финист РДУ	Сообщение о выполнении команды	Контроль токовой загрузки

10 Дать команду ЭС-3 включить всех отключенных потребителей на величину 70 МВт.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер ОДУ ОЭС	Диспетчер ЭС-3		Согласование команды с Диспетчером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер ЭС-3	Ассистент	включить всех отключенных потребителей на ЭС-3 на величину 70 МВт.	
3	Ассистент	Диспетчер ЭС-3	Сообщение о выполнении команды	Контроль токовой загрузки

11 Включить шинный разъединитель на 220 кВ ПС Узловая.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер ОДУ ОЭС	Диспетчер Финист РДУ		Согласование команды с Диспетчером ОДУ ОЭС

2	Диспетчер Финист РДУ	Ассистент	Включить шинный разъединитель на 220 кВ ПС Узловая	
3	Ассистент	Диспетчер Финист РДУ	Сообщение о выполнении команды	Контроль токо- вой загрузки

12 Дать команду включить АТ-1 на ПС Маяк в работу.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер ОДУ ОЭС	Диспетчер Финист РДУ		Согласование ко- манды с Диспет- чером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер Финист РДУ	Ассистент	Включить АТ-1 на ПС Маяк	
3	Ассистент	Диспетчер Финист РДУ	Сообщение о выполнении команды	Контроль токо- вой загрузки

13 Дать команду ДД Финист РСК включить отключенных потребителей.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер Финист РСК		Согласование ко- манды с Диспет- чером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер Финист РСК	Ассистент	Включить всех от- ключенных потреби- телей	
3	Ассистент	Диспетчер Финист РСК	Сообщение о выполне- нии команды	Контроль токо- вой загрузки

14 Включить шинный разъединитель на 220 кВ ПС Западная.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер Финист РСК		Согласование ко- манды с Диспет- чером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер Финист РСК	Ассистент	Включить шинный разъединитель на 220 кВ ПС Западная	
3	Ассистент	Диспетчер Финист РСК	Сообщение о выполнении команды	Контроль токо- вой загрузки

15 Дать команду включить выключатель В ВЛ 220 кВ Береговая-Западная.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер Финист РСК		Согласование ко- манды с Диспет- чером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер Финист РСК	Ассистент	Включить выключа- тель В ВЛ 220 кВ Бе- реговая-Западная	

3	Ассистент	Диспетчер Финист РСК	Сообщение о выполнении команды	Контроль токо- вой загрузки
---	-----------	-------------------------	-----------------------------------	--------------------------------

16 Дать команду включить всех отключенных потребителей в Западной части Финист ЭС.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер ОДУ ОЭС		Согласование ко- манды с Диспет- чером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер Финист РДУ	Ассистент	Включить всех от- ключенных потреби- телей в Западной ча- сти	
3	Ассистент	Диспетчер Финист РДУ	Сообщение о выполнении команды	Контроль токо- вой загрузки

17 Дать команду НСС Южной ГРЭС включить в работу ТГ-4.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер ОДУ ОЭС		Согласование ко- манды с Диспет- чером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер ОДУ ОЭС	Диспетчер ЦДУ ЕЭС		Согласование ко- манды с Диспет- чером ЦДУ ЕЭС
3	Диспетчер Финист РДУ	Ассистент	Включить в работу ТГ-4 на Южной ГРЭС	
4	Ассистент	Диспетчер Финист РДУ	Сообщение о выполнении команды	Контроль токо- вой загрузки

18 Включение ВЛ 220 кВ Западная – Мечта с отпайкой на ПС Сатурн.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер Финист РСК		Согласование ко- манды с Диспет- чером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер Финист РСК	Ассистент	Включение ВЛ 220 кВ Западная – Мечта	
3	Ассистент	Диспетчер Финист РСК	Сообщение о выполнении команды	Контроль токо- вой загрузки

19 Включите выключатели 220 кВ на ВЛ:

110 кВ ВЛ ПС Маяк – Прожектор,

110 кВ ВЛ ПС Маяк – Динамо,

110 кВ ВЛ ПС Маяк – Нагорная,

110 кВ ВЛ ПС Маяк – Ткацкая,

110 кВ ВЛ ПС Маяк – Ударная.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер Финист РСК		Согласование ко- манды с Диспет- чером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер Финист РСК	Ассистент	Включите выключа- тели 220 кВ на ВЛ	
3	Ассистент	Диспетчер Финист РСК	Сообщение о выполнении команды	Контроль токо- вой загрузки

20 Включите выключатели 220 кВ на ВЛ ПС Маяк - Святогорская АЭС.

	<b>Кто</b>	<b>Кому</b>	<b>Команда</b>	<b>Примечание</b>
1	Диспетчер Финист РДУ	Диспетчер Финист РСК		Согласование ко- манды с Диспет- чером ОДУ ОЭС
2	Диспетчер Финист РСК	Ассистент	Включите выключа- тели 220 кВ на ВЛ ПС Маяк - Святогорская АЭС.	
3	Ассистент	Диспетчер Финист РСК	Сообщение о выполнении команды	Контроль токо- вой загрузки



21 Включите выключатели 220 кВ на ВЛ Святогорская АЭС - ЭС-3.

	<i>Кто</i>	<i>Кому</i>	<i>Команда</i>	<i>Примечание</i>
1	<i>Диспетчер Финист РДУ</i>	<i>Диспетчер Финист РСК</i>		<i>Согласование ко- манды с Диспет- чером ОДУ ОЭС</i>
	<i>Диспетчер ОДУ ОЭС</i>	<i>Диспетчер ЦДУ ЕЭС</i>		<i>Согласование ко- манды с Диспет- чером ЦДУ ЕЭС</i>
2	<i>Диспетчер Финист РСК</i>	<i>Ассистент</i>	<i>500 кВ ВЛ Святогорская АЭС - ЭС-3</i>	
3	<i>Ассистент</i>	<i>Диспетчер Финист РСК</i>	<i>Сообщение о выполнении команды</i>	<i>Контроль токо- вой загрузки</i>

главный диспетчер ЦДУ – директор по управлению режимами ЕЭС – глав-  
ный диспетчер ОАО «СО ЕЭС»;

главный диспетчер ОДУ – директор по управлению режимами – главный  
диспетчер филиала ОАО «СО ЕЭС» ОДУ;

главный диспетчер РДУ – первый заместитель директора – главный дис-  
петчер филиала ОАО «СО ЕЭС» РДУ;

## Приложение Г

### (обязательное)

#### ПРОГРАММА противоаварийной тренировки *«Выделение на изолированную работу Западной части Морозовской энергосистемы с дефицитом мощности, в результате аварийного отключения ВЛ 220 кВ и систем шин 220 кВ»*

##### Цель тренировки:

Отработка диспетчерским персоналом действий по ликвидации технологического нарушения режима работы энергосистемы:

- Подготовка режима работы энергосистемы для вывода в ремонт оборудования.
- Недопущение развития аварии в результате возникновения токового перегруза ВЛ-220 и 110 кВ, возникшего в результате аварийного отключения оборудования.
- Восстановление качества частоты электрического тока в допустимых пределах.
- Выявление и вывод из схемы поврежденного оборудования.
- Правильный порядок опробования напряжением отключившегося оборудования.
- Синхронизация отделившихся частей.
- Включение отключившихся электропотребителей.
- Создание надёжной послеаварийной схемы.
- Восстановление нормального режима работы субъектов рынка.

##### Исходный режим Морозовской энергосистемы:

1. Перетоки:
  - 1.1 В сечении -1 = 600 МВт на Запад.
  - 1.2 В сечении -2 = 195 МВт на Запад.
  - 1.3 В сечении -3 = 800 МВт.
2. Частоту 50:00 Гц регулирует ЕЭС.
3. Режим электростанций и энергосистем:

Энергообъект	Минимум (МВт)	Генерация (МВт)	Максимум (МВт)	Потребление (МВт)
ЭС-1	3000	3300	3600	3050
ЭС-2	3000	3200	3600	3400
ЭС-3	2700	2900	3200	3100
Западная часть	240	400	440	850
ТЭЦ-1	150	250	275	
ТЭЦ ЦМК	90	150	165	
Северная часть	-	-	-	510
Центральная часть	240	630	755	740
ТЭЦ-2	200	330	355	
Светлая ГЭС	40	300	400	
Южная часть	325	600	625	480
Южная ГРЭС	250	500	500	
ТЭЦ НПЗ	75	100	125	
Восточная часть	600	1000	1200	740
Святогорская ГРЭС	600	1000	1200	
Морозовская ЭС	1405	2630	3105	3320

4. Ремонт оборудования:

Энергообъект и оборудование	Вид ремонта	Аварийная Готовность
ВЛ-220 Меркурий - Радуга	Замена изоляции	4 часа
ВЛ-220 ТЭЦ-2 - Центральная	Ремонт грозотроса	2 часа
ПС Юпитер: В-2 ВЛ-Северная	КР	Срок заявки
ПС Меркурий: В-1 и В-2 ВЛ Радуга	ТР	4 часа
ПС Радуга: В-1 и В-2 ВЛ Меркурий	ТР	4 часа
ТЭЦ-1: ТГ-1	СР	Срок заявки
ТЭЦ ЦМК: ТГ-3	Резерв	
ТЭЦ-2: ТГ-7	Резерв	

5. Температура наружного воздуха равна +25 градусов.

6. Ветер 20-25 м\сек

### Сценарий технологического нарушения

- На ПС Союз на реакторе – 2, который не имеет собственного выключателя, работает Газовая защита на сигнал.

1.1 Порядок ликвидации технологического нарушения:

- 1.1.1 Подготовить режим сечения-1 для отключения ВЛ-500 кВ Союз – Пересвет.
- 1.1.2 Отключить ВЛ-500 кВ Союз – Пересвет.
- 1.1.3 Отключить Р-500 кВ реактора-2.
- 1.1.4 Включить в работу ВЛ-500 кВ Союз – Пересвет
- 1.1.5 Выполнить режим субъектов рынка по графику.
- 1.1.6 Оформить заявку на ремонт реактора-2 ПС Союз и вывести его в ремонт.

1.2 Сообщения с мест и предполагаемые действия диспетчера Морозовского РДУ

Объект	Информация (Компьютер, Ведущий)	Задача диспетчера	Предполагаемые действия диспетчера	Справочные данные
ПС Союз	На реакторе № 2 сработала газовая защита на сигнал	1. Сообщить Д ОДУ 2. Сообщить руководству РДУ и «по списку» 3. Вывести в ремонт Р-2.	1. Согласовать с диспетчером ОДУ: 1.1 Отключение ВЛ-500 кВ Союз – Пересвет, для вывода из схемы на ПС Союз Р-2 и последующее включение ВЛ-500 кВ Союз Пересвет. 1.2 Величину перетока по сечению-1 не более 400 МВт. 1.3 Загрузку ТЭЦ-1 и ТЭЦ ЦМК до полной мощности (40МВт); загрузку ЭС-1 на 160 МВт и разгрузку Светлой ГЭС на 200 МВт. 2. Информировать дежурный персонал ПС Пересвет об отключении ВЛ-500 кВ Союз – Пересвет. 3. Дать команду НСС ТЭЦ-1: - «Аварийно набрать полную мощность» - <i>Выполняется.</i> 4. Дать команду НСС ТЭЦ ЦМК: - «Аварийно набрать полную мощность» - <i>Выполняется.</i>	1. Для создаваемой схемы переток в сечении-1 не должен превышать 400 МВт. 2. Загрузку ЭС-1 выполняет Д ОДУ

			<p>5. Дать команду НСС Светлой ГЭС: - «В течение 2-х минут выполнить мощность 60 МВт». - <i>Выполняется.</i></p> <p>6. Дать команду дежурному персоналу ПС Союз: - «Отключите В-10 и В-12» - <i>Выполняется.</i></p> <p>7. Дать команду дежурному персоналу ПС Пересвет: - «Проверьте, что на ВЛ-500 кВ Союз нет активной нагрузки, после чего отключите В-1 и В-2 ВЛ-500 кВ Союз» - <i>Выполняется.</i></p> <p>8. Дать команду дежурному персоналу ПС Союз: - «Отключите Р-500 кВ реактора-2» - <i>Выполняется через 3 минуты.</i></p> <p>9. Информировать дежурный персонал ПС Союз о включении ВЛ-500 кВ Пересвет с ПС Пересвет.</p> <p>10. Дать команду дежурному персоналу ПС Пересвет: - «Опробуйте напряжением ВЛ-500 кВ Союз включением В-1 и при успешном включении включить и В-2» - <i>Выполняется.</i></p> <p>11. Дать команду дежурному персоналу ПС Союз: - «С проверкой синхронизма включите В-10 и В-12 и проверьте наличие нагрузки на ВЛ-500 кВ Пересвет» - <i>Выполняется.</i></p>	
--	--	--	---	--

2. Через несколько секунд после включения на ПС Союз В-10 и В-12 происходит КЗ на ВЛ-220 кВ Юпитер – Сатурн из-за падения дерева на провод фазы «А» линии, в результате чего на линии с обеих сторон работает ДФЗ; на ПС Сатурн отключаются В-1 и В-2 ВЛ-Юпитер.

На ПС Юпитер отключается В-2 ВЛ-Сатурн, а фаза «А» В-1 ВЛ-Сатурн не отключается из-за обрыва цепей управления, в результате чего работает УРОВ, от действия которого отключаются В-1 ВЛ-Северная, В-110-1АТ, В-10-1АТ и от действия АВР включается СВ-10 кВ.

На ВЛ-220 кВ Светлая ГЭС – Узловая возникает токовый перегруз.

Через 5 минут после возникновения токового перегруза на ВЛ-220 кВ Светлая ГЭС – Узловая на ней перегорает провод в соединении. В результате возникшего на ВЛ-220 Светлая ГЭС – Узловая КЗ, она отключается от действия ДФЗ с обеих сторон. (Показания ФИП – условная величина).

Часть Морозовской энергосистемы с ТЭЦ-1, ТЭЦ ЦМК и ТЭЦ-2 выделяется на изолированную работу с дефицитом мощности и работой АЧР.

2.1 Порядок ликвидации технологического нарушения:

2.1.1 Выполнить токовую загрузку ВЛ-220 Светлая ГЭС – Узловая не более допустимой.

2.1.2 Незамедлительно выполнить частоту в отделившейся части не менее 49,61 Гц.

2.1.3 Выяснить состояние отключившегося оборудования, работу устройств РЗА и вывести из схемы повреждённое оборудование.

2.1.4 Синхронизировать отделившуюся часть.

2.1.5 Включать отключенных электропотребителей.

2.1.6 Опробовать напряжением ВЛ-220 кВ Сатурн – Юпитер, Светлая ГЭС – Узловая.

- 2.1.7 Выполнить надёжную послеаварийную схему с вводом из ремонта соответствующего оборудования.
- 2.1.8 Восстановить режим Морозовской ЭС, согласно графику.
- 2.1.9 Оформить аварийные заявки на повреждённое оборудование.

2.2 Сообщения с мест и предполагаемые действия диспетчера Морозовского РДУ

Объект	Информация (Компьютер, Ведущий)	Задача диспетчера	Предполагаемые действия диспетчера	Справочные данные
ПС Сатурн ПС Юпитер	ТС показывает: 1. На ПС Сатурн отключение В-1 и В-2 ВЛ-Юпитер  2. На ПС Юпитер отключение В-1, В-2 ВЛ-Сатурн, В-1 ВЛ-Северная, В-110-1АТ	1. Выяснить допустимость режима работы ЭС 2. Выяснить создавшуюся схему ЭС. 3. Информировать Д ОДУ 4. Выяснить работу устройств РЗА, ПА 5. Информировать Руководство РДУ и «по списку»	1. По показаниям ТИ «Р_ВЛ-Светлая ГЭС – Узловая» предположить, что токовая нагрузка линии выше допустимой и выяснить величину токовой нагрузки ВЛ Светлая ГЭС – Узловая. 2. Для выполнения допустимой токовой нагрузки ВЛ Светлая ГЭС – Узловая: 2.1 Дать команду НСС ТЭЦ-2: - «Аварийно набрать полную мощность с использованием аварийного перегруза по току статора на 1 час. По истечении часа перегруз снять». – <i>Выполняется.</i> 2.2 Дать команду НСС ТЭЦ -1: - «Аварийно использовать аварийный перегруз по току статора на 1 час. По истечении часа перегруз снять». – <i>Выполняется.</i> 2.3 Дать команду НСС ТЭЦ ЦМК: - «Аварийно использовать аварийный перегруз по току статора на 1 час. По истечении часа перегруз снять». – <i>Выполняется.</i> 2.4 Дать команду дежурному персоналу ПС Узловая: - Отключить 20 МВТ потребителей». – <i>Выполняется.</i> 3. Сообщить Д ОДУ: - «Отключились ВЛ-220 Юпитер	<i>Допустимая токовая нагрузка ВЛ-220 кВ равна 825 А</i>

			<p>– Сатурн, Сатурн – Северная. По токовой загрузке ВЛ-220 Светлая ГЭС – Узловая дал команду на взятие аварийного перегруза ТЭЦ-2, ТЭЦ-1 и ТЭЦ ЦМК. Обстановку выясняю».</p> <p>4. Запросить у дежурного персонала ПС Юпитер, Сатурн и Северная состояние схемы подстанции, работу устройств РЗА и ПА.</p> <p>5. Информировать Руководство РДУ и «по списку».</p>	
Дежурный персонал ПС Северная	На ВЛ-Юпитер нет нагрузки		1. Информировать дежурный персонал ПС Северная об отключении на ПС Юпитер ВЛ-Северная.	
Дежурный персонал ПС Сатурн	<p>Отключились В-1 и В-2 ВЛ-Юпитер.</p> <p>На ВЛ-Юпитер работала ДФЗ.</p>		<p>1. Информировать дежурный персонал ПС Сатурн об отключении на ПС Юпитер ВЛ-Сатурн.</p> <p>2. Собрать сведения о работе устройств РЗА.</p>	<b>Сведения о работе устройств РЗА даются только по запросу.</b>
Дежурный персонал ПС Юпитер	<p>Отключились В-2 ВЛ-Сатурн, В-110-1АТ, В-10-1АТ, В-1 ВЛ-Северная На В-1 ВЛ-Сатурн мигание красной и зелёной лампочек. Включился СВ-10 кВ.</p> <p>Работало АВР. На ВЛ-Сатурн работала ДФЗ. Работало УРОВ.</p>	<p>1. На ПС Юпитер вывести из схемы В-1 ВЛ-Сатурн.</p> <p>2. Создать надёжную послеаварийную схему.</p>	<p>1. Дать команду дежурному персоналу ПС Юпитер: - «Отключить от ключа управления В-1 ВЛ-Сатурн и если он не отключается, то отключить ЛР и ШР В-1 ВЛ-Сатурн. – <i>Выполняется через 6 минут после отдачи команды.</i></p> <p>2. Собрать сведения о работе устройств РЗА.</p> <p>3. Дать команду Д ПМЭС: - «С аварийной готовностью подготовить к вводу в работу ВЛ Меркурий – Радуга и ТЭЦ-2 – Центральная, а также на ПС Меркурий и Радуга В-1 В-2 ВЛ Меркурий - Радуга». – ВЛ ТЭЦ-2 – <i>Центральная будет готова к включению через 30 минут после отдачи команды, ВЛ Меркурий - Радуга и её выключа-</i></p>	<b>Сведения о работе устройств РЗА даются только по запросу.</b>

			<p><i>тели будут готовы к включению через 3 часа после отдачи команды</i></p> <p>4. Предупредить дежурный персонал ПС Центральная и НСС ТЭЦ-2 о вводе в работу ВЛ Центральная – ТЭЦ-2. – <i>Персонал готов к вводу в работу ВЛ ТЭЦ-2 – Центральная.</i></p>	
НСС Святогорской ГРЭС	ВЛ-220 кВ Заря перегружается по току.	1. Выполнить допустимую токовую загрузку.	1. Сообщить Д ОДУ о токовом перегрузе ВЛ 220 кВ Святогорская ГРЭС- Заря и предложить ему загрузить ЭС-3 на 50 МВт. – <i>Выполняется.</i>	
НСС ТЭЦ-1	Частота = (Фактическая	<p>1. Определить допустимость режима энергосистемы.</p> <p>2. Выяснить создавшуюся схему энергосистемы.</p> <p>3. Информировать Д ОДУ</p> <p>4. Выяснить работу устройств РЗА, ПА</p> <p>5. Информировать Руководство РДУ и «по списку</p>	<p>1. Дать команду НСС ТЭЦ-2: - «При подъёме частоты до 50:00 Гц и более регулировать частоту 50:00 Гц».</p> <p>2. Информировать Д ОДУ о выделении узла с ТЭЦ-1, ТЭЦ ЦМК и ТЭЦ-2 на изолированную работу с дефицитом мощности и работой АЧР. Обстановка выясняется.</p> <p>3. Дать команду дежурному персоналу ПС Юпитер: - «Отключить потребителей ступенями по 10 МВт до частоты 49,61 - 49,70 Гц».</p> <p>3. Выяснить схему Светлой ГЭС и на ПС Узловая.</p> <p>4. Информировать Руководство РДУ и сообщить ему план ликвидации технологического нарушения.</p> <p>5. Сообщить о развитии технологического нарушения «по списку».</p> <p>6. Собрать сведения о работе устройств РЗА на ВЛ Светлая ГЭС – Узловая.</p> <p>7. Дать команду дежурному персоналу ПС Узловая: - «Опробовать напряжением ВЛ-Светлая ГЭС включением В-1». – <i>Не успешно. Отключилась от ДФЗ.</i></p>	

			8. Собрать сведения о показаниях ФИП на Светлой ГЭС и сообщить диспетчеру МЭС.	
НСС Светлой ГЭС	Отключилась ВЛ-Узловая (отключились В-10 и В-11). Работала ДФЗ.		1. Согласовать с Д ОДУ загрузку Светлой ГЭС по графику. – <i>Согласовано.</i> 2. Дать команду НСС Светлой ГЭС: - «Выполнить нагрузку по графику». – <i>Выполняется.</i>	
Дежурный персонал ПС Узловая	Отключилась ВЛ-Светлая ГЭС (отключились В-1 и В-2). Работала ДФЗ. Работала АЧР		1. Выяснить величину отключенных потребителей от АЧР.	
НСС ТЭЦ ЦМК	Частота = Фактическая Работала АЧР.		1. Выяснить величину отключенных потребителей от АЧР.	
Дежурный персонал ПС Радуга	Работала АЧР.		1. Выяснить величину отключенных потребителей от АЧР.	
Дежурный персонал ПС Западная	Работала АЧР.		1. Выяснить величину отключенных потребителей от АЧР.	
Дежурный персонал ПС Мечта	Работала АЧР.		1. Выяснить величину отключенных потребителей от АЧР.	
Дежурный персонал ПС Юпитер	Отключены ЛР и ШР В-1 ВЛ- Сатурн. Работала АЧР.	1. Подготовить схему для синхронизации выделившегося узла и синхронизировать его.	1. Дать команду дежурному персоналу ПС Юпитер: - «Опробовать напряжением 1СШ-220 включением В-110-1АТ». – <i>Успешно.</i> 2. Дать команду диспетчеру ЦУС Морозовской РСК: - «Отключить на ПС Заводская 1ВЛ и 2ВЛ Юпитер». – <i>Выполняется.</i> 3. Выяснить величину отключенных потребителей от АЧР. 4. Дать команду дежурному персоналу ПС Юпитер: - «Включить В-1 ВЛ-	



			<p>Северная и проверить на ней наличие нагрузки.</p> <p>5. Дать команду НСС ЦМК: - «Включить 30 МВт потребителей» - <i>Выполняется</i></p> <p>6. Дать команду НСС ТЭЦ-1: - «Отключить 1ВЛ и 2ВЛ Заводская». – <i>Выполняется.</i></p> <p>7. Дать команду НСС ТЭЦ-ЦМК: - «Отключить 1ВЛ и 2ВЛ Заводская». – <i>Выполняется.</i></p> <p>8. Дать команду диспетчеру ЦУС Морозовской РСК: - «Включить на ПС Заводская 1ВЛ и 2ВЛ Юпитер». – <i>Выполняется.</i></p> <p>9. Отрегулировать частоту в отделившемся узле 49,91 – 50,00 и снять с регулирования частоты ТЭЦ-2.</p> <p>9. Дать команду НСС ТЭЦ-1: - «Синхронизироваться на В-1ВЛ Заводская с разницей частот не более 0,1 Гц, при успешной синхронизации включить с контролем синхронизма В-2ВЛ Заводская». – <i>Выполняется успешно.</i></p> <p>10. Дать команду НСС ТЭЦ ЦМК: - «С проверкой синхронизма включить 1ВЛ и 2ВЛ Заводская». – <i>Выполняется.</i></p> <p>11. Информировать Д ОДУ о синхронизации выделяющегося узла.</p> <p>12. Дать команду дежурному персоналу ПС Сатурн: - «Опробовать напряжением ВЛ Юпитер включением В-1». – <i>Успешно.</i></p> <p>13. Дать команду дежурному персоналу ПС Юпитер: - «Включить В-2 ВЛ-Сатурн и проверить наличие нагрузки.</p> <p>14. Включать потребителей по загрузке оборудования</p>	
--	--	--	---	--

			<p>примерно поровну на каждой подстанции и станции, где работала АЧР.</p> <p>15. Информировать Д ОДУ и Руководство РДУ.</p>	
МЭС	ВЛ Центральная - ТЭЦ-2 готова к включению.		<p>1. Включить в работу ВЛ Центральная – ТЭЦ-2 по типовой программе.</p> <p>2. Включить всех отключенных потребителей.</p> <p>3. Оформить аварийные заявки на повреждённое оборудование и вывести (разрешить вывести) его в ремонт</p> <p>4. Сообщить Д ОДУ и Руководству РДУ об окончании ликвидации технологического нарушения.</p> <p>5. Согласовать с Д ОДУ полную загрузку ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и ТЭЦ ЦМК. до включения в работу из ремонта ВЛ Меркурий – Радуга.</p> <p>6. Собрать сведения об отключенных потребителях и сообщить Д ОДУ.</p> <p>6. Написать аварийное донесение.</p>	

## Приложение Д

### (обязательное)

#### ПРОГРАММА противоаварийной тренировки «Погашение нескольких подстанций и ТЭЦ НПЗ с потерей собственных нужд в условной Морозовской энергосистеме»

##### Цель тренировки:

Отработка диспетчерским персоналом действий по ликвидации технологического нарушения режима работы энергосистемы:

- Подготовка режима работы энергосистемы для вывода в ремонт оборудования.
- Недопущение развития аварии в результате возникновения токового перегруза ВЛ-220 и 110 кВ, возникшего в результате аварийного отключения оборудования.
- Быстрая подача напряжения на обесточенные собственные нужды электростанции.
- Выявление и вывод из схемы поврежденного оборудования.
- Правильный порядок опробования напряжением отключившегося оборудования.
- Синхронизация отделившихся частей.
- Включение отключившихся электропотребителей.
- Создание надёжной послеаварийной схемы.
- Восстановление нормального режима работы субъектов рынка.

##### Исходный режим Морозовской энергосистемы:

4. Перетоки:

4.1 В сечении -1 = 600 МВт на Запад.

4.2 В сечении -2 = 600 МВт на Восток.

4.3 В сечении -3 = 1475 МВт.

5. Частоту 50:00 Гц регулирует ЕЭС.

6. Режим электростанций и энергосистем:

Энергообъект	Мини- мум (МВт)	Генера- ция (МВт)	Макси- мум (МВт)	Потребле- ние (МВт)
ЭС-1	3000	3370	3600	2950
ЭС-2	2700	2870	3200	3530
ЭС-3	2700	2900	3200	3000
Западная часть	240	400	440	850
ТЭЦ-1	150	250	275	
ТЭЦ ЦМК	90	150	165	
Северная часть	-	-	-	510
Центральная часть	390	800	900	740
ТЭЦ-2	350	500	500	
Светлая ГЭС	40	300	400	
Южная часть	275	420	525	480
Южная ГРЭС	200	320	400	
ТЭЦ НПЗ	75	100	125	
Восточная часть	450	810	900	740
Святогорская ГРЭС	450	810	900	
Морозовская ЭС	1355	2630	2725	3320

4. Ремонт оборудования:

Энергообъект и оборудование	Вид ремонта	Аварийная Готовность
1ВЛ-110 Ударная - Фабричная	Замена изоляции	2 часа
ПС Центральная: В-1 ВЛ-Восточная	КР	Срок заявки
ПС Хвойная: АТ-1	ТР	4 часа
Южная ГРЭС: В-20	ТР	4 часа
Святогорская ГРЭС: В-11	ТР	4 часа
Святогорская ГРЭС: ТГ-4	СР	Срок заявки
ТЭЦ-1: ТГ-1	СР	Срок заявки
ТЭЦ ЦМК: ТГ-3	Резерв	

5. Температура наружного воздуха равна +25 градусов.

6. Ветер 15-20 м\сек

### Сценарий технологического нарушения

2. На Святогорской ГРЭС, на гасительной камере В-10 персонал обнаружил трещину.

1.1 Порядок ликвидации технологического нарушения:

- 2.1.1 Подготовить режим сечения-2 для отключения ВЛ-500 кВ Святогорская ГРЭС – Восточная.
- 2.1.2 Разгрузить и отключить на Святогорской ГРЭС ТГ-1.
- 2.1.3 Отключить на Святогорской ГРЭС В-12.
- 2.1.4 Отключить на ПС Восточная ВЛ-Святогорская ГРЭС.
- 2.1.5 Отключить на Святогорской ГРЭС 1РВ-10 и 2РВ-10.
- 2.1.6 Включить в сеть на Святогорской ГРЭС ТГ-1.
- 2.1.7 С аварийной готовностью подготовить к вводу в работу В-11 на Святогорской ГРЭС.

1.2 Сообщения с мест и предполагаемые действия диспетчера Морозовского РДУ

Объект	Информация (Компьютер, Ведущий)	Задача диспетчера	Предполагаемые действия диспетчера	Справочные данные
НСС Святогорской ГРЭС	На выключателе В-10 обнаружена трещина на гасительной камере. Оперировать выключателем нельзя.	1. Сообщить Д ОДУ 2. Сообщить руководству РДУ и «по списку» 3. Вывести в ремонт на Святогорской ГРЭС В-10	1. Согласовать с диспетчером ОДУ: 1.1 Отключение ВЛ-500 кВ Святогорская ГРЭС - Восточная для вывода из схемы на Святогорской ГРЭС В-10. 1.2 Величину перетока по сечению-2 не более 400 МВт. 1.3 На Святогорской ГРЭС разгрузку и отключение ТГ-1, а ТГ-2 и ТГ-3 загрузить на полную. 1.4 Загрузить на полную ТЭЦ НПЗ. 1.5 Загрузку ЭС-2 и ЭС-3 на 300 МВт. – Д ОДУ загружает ЭС-3 на 100 МВт и ЭС-2 на 200 МВт 1.6 Ввод в работу на Святогорской ГРЭС В-11. 2. Информировать дежурный персонал ПС Восточная об отключении	1. Для создаваемой схемы переток в сечении-1 не должен превышать 400 МВт. 2. Загрузку ЭС-1 выполняет Д ОДУ

			<p>ВЛ-500 кВ Святогорская ГРЭС – Восточная.</p> <p>3. Дать команду НСС ТЭЦ НПЗ: - «Аварийно набрать полную мощность» - <i>Выполняется.</i></p> <p>4. Дать команду НСС Святогорской ГРЭС: - «Аварийно разгрузить ТГ-1 до нуля и отключить генераторный выключатель, а на ТГ-2 и ТГ-3 набрать полную мощность». - <i>Выполняется.</i></p> <p>5. Сообщить Д ОДУ о выполненных операциях и определить величину загрузки ЭС-2 и ЭС-3. – <i>Д ОДУ загружает ЭС-2 ЭС-3 до перетока 400 МВт по сечению-2.</i></p> <p>6. Дать команду НСС Святогорской ГРЭС: - «отключить В-12». – <i>Выполняется.</i></p> <p>7. Дать команду ДП ПС Восточная: - «Проверить, что на ВЛ-Святогорская ГРЭС нет нагрузки и отключить В-20 и В-22 и проверить токовую загрузку ВЛ-220 Маяк». – <i>Выполняется.</i></p> <p>8. При токовом перегрузе ВЛ Восточная – Маяк сообщить Д ОДУ величину токовой загрузки и при необходимости потребовать от него немедленно загрузить ЭС-2 и ЭС-3 на необходимую величину. – <i>Д ОДУ при необходимости загружает ЭС-2</i></p> <p>9. Дать команду НСС Святогорской ГРЭС:</p> <p>9.1 Отключить 1РВ-10 и 2РВ-10 - <i>Выполняется через 2 минуты.</i></p> <p>9.2 Включить В-12 - <i>Выполняется.</i></p> <p>9.3 Синхронизировать ТГ-1 в сеть и выполнить полную нагрузку. – <i>ТГ-1 синхронизируется через 10 минут после команды. Набор нагрузки ступенями по 50 МВт через каждые 3 минуты.</i></p> <p>9.4 Подготовить к вводу в работу с аварийной готовностью В-11, отключить заземляющие ножи и включить разъединители 1РВ-11 и 2РВ-11» – <i>В-11 готов к включению через 30 минут после команды.</i></p> <p>10. Сообщить Д ОДУ о выполненных операциях.</p>	
--	--	--	---	--

2. Через 1 минуту после отключения на Святогорской ГРЭС 1РВ-10 и 2РВ-10, происходит

повреждение контрольного кабеля на АТ-1 ПС Хвойная (на АТ-1 работают релейный и ремонтный персонал), в результате чего работают ДЗШ 1СШ-220 и 2СШ-220, от действия которых отключаются В-1, В-2 ВЛ-Городская и В-1, В-2 ВЛ-Береговая.

2.1 В результате погашения на ПС Хвойная обеих систем шин 220 кВ происходит токовый перегруз ВЛ-220 кВ Восточная – Маяк и ВЛ-110 кВ Южная ГРЭС – Рабочая.

2.2 Через 5 минут после возникновения токового перегруза ВЛ-110 кВ Южная ГРЭС – Рабочая происходит отключение защитами с обеих сторон с неуспешным АПВ 1ВЛ-110 кВ Южная ГРЭС – Рабочая из-за перекрытия на дерево.

2.3 После отключения 1ВЛ-110 кВ Южная ГРЭС – Рабочая происходит двукратный перегруз 2ВЛ-110 кВ Южная ГРЭС – Рабочая и она отключается защитами с обеих сторон с неуспешным АПВ из-за обгорания провода.

2.4. После отключения 1ВЛ-110 кВ Южная ГРЭС – Рабочая происходит также двукратный перегруз 2КЛ-110 кВ Фабричная – Ударная и она отключается с обеих сторон защитами с неуспешным АПВ из-за повреждения в соединительной муфте.

2.5. ТЭЦ НПЗ с ПС Хвойная, Ударная и Рабочая выделяется на изолированную работу с дефицитом мощности более 60%.

2.6 Из-за неэффективности АЧР и возникновения лавины напряжений, на ТЭЦ НПЗ отключаются все турбогенераторы от защит по минимальному напряжению.

2.7 Происходит погашение ПС Хвойная, Ударная, Рабочая и ТЭЦ НПЗ с потерей собственных нужд.

2.8 Порядок ликвидации технологического нарушения после погашения обеих систем шин 220 кВ ПС Хвойная:

2.8.1 Удалить ремонтный и релейный персонал из ОРУ 220 кВ ПС Хвойная

2.8.2 Выполнить токовую загрузку ВЛ-220 Восточная – Маяк и ВЛ-110 кВ Южная ГРЭС – Рабочая не более допустимой.

2.8.3 После удаления ремонтного персонала из ОРУ-220 кВ ПС Хвойная опробовать напряжением на ПС Хвойная 2СШ-220 кВ.

2.9 Порядок ликвидации технологического нарушения после погашения ПС Хвойная, Ударная, Рабочая и ТЭЦ НПЗ с потерей собственных нужд:

2.9.1 При успешном опробовании напряжением на ПС Хвойная 2СШ-220 кВ подать напряжение на шины 110 кВ ТЭЦ НПЗ. Уровень напряжения должен быть не менее 100 кВ.

2.9.2 Развернуть оборудование ТЭЦ НПЗ, синхронизировать все турбогенераторы в сеть и загрузить их на полную мощность.

2.9.3 Выполнить надёжную послеаварийную схему.

2.9.4 Включать отключенных потребителей.

2.9.5 Оформить аварийные заявки на повреждённое оборудование.

### 3 Сообщения с мест и предполагаемые действия диспетчера Морозовского РДУ

Объект	Информация (Компьютер, Ведущий)	Задача диспетчера	Предполагаемые действия диспетчера	Справочные данные
ПС Хвойная	ТС показывает: 1. На ПС Хвойная отключение В-1, В-2 ВЛ Городская, В-1, В-2 Береговая, В-110-2АТ, В-10-2АТ.	1. Выяснить допустимость режима работы ЭС 2. Выяснить создавшуюся схему ЭС. 3. Информировать Д ОДУ	1. По показаниям ТИ «Р_ВЛ Восточная - Маяк» и «Р_ВЛ Южная ГРЭС – Рабочая» предположить, что токовая загрузка линий выше допустимой и выяснить величину их токовой загрузки. 2. Для выполнения допустимой токовой загрузки	<i>Допустимая токовая загрузка ВЛ-220 кВ равна 825 А</i>

		<p>4. Устранить токовый перегруз на ВЛ</p> <p>5. Выяснить работу устройств РЗА, ПА</p> <p>6. Информировать Руководство РДУ и «по списку»</p>	<p>ВЛ Восточная – Маяк потребовать у Д ОДУ аварийной загрузки ЭС-2 и ЭС-3 на необходимую величину (примерно не менее 100 МВт). – <i>Д ОДУ грузит ЭС-2 и ЭС-3 на необходимую величину.</i></p> <p>3. Для выполнения допустимой токовой загрузки ВЛ-110 кВ Южная ГРЭС – Рабочая, дать команду НСС Южной ГРЭС: - «аварийно разгрузить станцию по токовой загрузке ВЛ-110 кВ Рабочая не более допустимой».</p> <p>4. Проконтролировать токовую загрузку ВЛ Восточная – Маяк и при необходимости информировать Д ОДУ для загрузки ЭС-2 и ЭС-3.</p> <p>5. Выяснить на ПС Хвойная схему, работу устройств РЗА и наличие ремонтного персонала на ОРУ-220 кВ.</p> <p>6. Информировать Руководство РДУ и по «списку»</p>	
ДП ПС Хвойная	<p>Погасли обе СШ-220 кВ от ДЗШ.</p> <p>Ремонтный персонал работает на 1АТ и релейный персонал выполняет проверку защит 1АТ.</p> <p>Отключились В-1, В-2 ВЛ-Городская, В-1, В-2 ВЛ-Береговая, В-110-2АТ, В-10-2АТ. Нагрузка на шинах 10 кВ погашена.</p>		<p>1. Дать команду дежурному персоналу ПС Хвойная: - «Удалить людей из ОРУ-220 кВ и подготовиться к опробованию 2СШ-220 кВ без осмотра оборудования». – <i>Люди будут удалены через 2 минуты, а дежурный персонал к опробованию напряжением 2СШ-220 кВ готов.</i></p> <p>2. Дать команду дежурному персоналу ПС Хвойная: - После удаления людей из ОРУ-220 кВ «Опробовать напряжением 2СШ-220 кВ</p>	

			включением В-2 ВЛ Городская и если включение будет нормальным, то включить В-2 ВЛ Береговая.	
ДП ПС Городская	Нет нагрузки на ВЛ-Хвойная		1. Информировать дежурный персонал ПС Городская о погашении систем шин на ПС Хвойная.	
ДП ПС Береговая	Нет нагрузки на ВЛ-Хвойная		1. Информировать дежурный персонал ПС Береговая о погашении систем шин на ПС Хвойная.	
НСС ТЭЦ НПЗ	На станции нет напряжения. Все турбогенераторы отключились. Собственных нужд также нет.	1. Определить допустимость режима ЭС. 2. Выяснить схему ЭС. 3. Собрать сведения о работе устройств РЗА и ПА. 4. Информировать Д ОДУ, Руководство РДУ и по «списку».	1. Дать команду НСС ТЭЦ НПЗ: - «Отключить выключатели фидеров нагрузки». – <i>Выполняется.</i> 1. Сообщить Д ОДУ о погашении узла с ТЭЦ НПЗ. 2. Информировать Руководство РДУ и сообщить ему план ликвидации технологического нарушения.	
ДП ПС Хвойная	На шинах 110 исчезло напряжение			
ДП ПС Рабочая	Отключились обе ВЛ-110 кВ Южная ГРЭС от защит с неуспешным АПВ. На шинах ПС нет напряжения.		1. Дать команду ДП ПС Рабочая: - «Отключить выключатели фидеров нагрузки». – <i>Выполняется.</i> 2. Собрать сведения о работе РЗА и ПА	
ДП ПС Ударная	Отключилась 2КЛ-110 кВ Фабричная от защит. На шинах ПС нет напряжения.		1. Дать команду ДП ПС Ударная: - «Отключить выключатели фидеров нагрузки». – <i>Выполняется.</i> 2. Собрать сведения о работе РЗА и ПА	
ДП ПС Фабричная	Отключилась 2КЛ-110 кВ Ударная от защит с неуспешным АПВ.		1. Собрать сведения о работе РЗА и ПА	
НСС Южной ГРЭС	Отключились обе ВЛ-110 кВ		1. Собрать сведения о работе РЗА и ПА.	



	Рабочая от за- щит. Показания ФИП имеется		2. Дать команду Д ЦУС Морозовской РСК: - «С аварийной готовностью вводить в работу 1КЛ- 110 кВ Фабричная – Ударная. КЛ включить под напряжение с ПС Фабричная. Включение под нагрузку на ПС Ударная запросить моего разрешения. - <i>КЛ будет включена под напряже- ние с ПС Фабричная че- рез 30 минут после ко- манды.</i>	
ДП ПС Хвойная	1. Включены В-2 ВЛ- Городская и В- 2 Береговая. Напряжение на 2 СШ имеется. 2. На АТ-1 ре- монтный пер- сонал повредил контрольные кабели. Гото- вим аварийную заявку на АТ-1 и ДЗШ-1СШ- 220.	1. Подать напряжение на шины 110 кВ ТЭЦ НПЗ.	1. Дать команду НСС Светлой ГЭС: - «Грузите станцию по реактивной мощности, вплоть до наибольшего рабочего напряжения». 2. Дать команду ДП ПС Хвойная: - «Включить В- 110-2АТ» - <i>Успешно.</i> 3. Проверить наличие и уровень напряжения на шинах ТЭЦ НПЗ дать НСС команду: - «Запи- тать собственные нужды, разворачивать оборудова- ние, синхронизировать турбогенераторы и наби- рать полную как актив- ную, так и реактивную мощность. Запитать по- ловину отключенных по- требителей. После вклю- чения в сеть турбогенера- тора и набора на нём нагрузки, включать по- требителей на величину этой нагрузки – <i>Турбоге- нераторы будут вклю- чаться в сеть с интерва- лом в 5 минут и набором полной мощности.</i> 3. Согласовать опробова- ние напряжением 1ВЛ и 2ВЛ Рабочая – Южная ГРЭС с ПС Рабочая. – <i>Согласовано.</i>	

		<p>4. Дать команду ДП ПС Рабочая: - «опробовать напряжением 1ВЛ-Южная ГРЭС». – <i>Успешно.</i></p> <p>5. Дать команду НСС Южной ГРЭС: - «С проверкой синхронизма включить 1ВЛ-Рабочая и проверить её токовую загрузку». – <i>Успешно.</i></p> <p>6. Дать команду Д ЦУС Морозовской РСК: - «Опробовать напряжением 2КЛ-110 кВ Фабричная – Ударная. Включение ВЛ под нагрузку согласовать со мной» - <i>Не успешно. Отключилась от зашит.</i></p> <p>7. Дать команду ДП ПС Рабочая: - «опробовать напряжением 2ВЛ-Южная ГРЭС». – <i>Не успешно. Отключилась от зашит.</i></p> <p>8. По токовой загрузке АТ-2 ПС Хвойная и 1ВЛ-110 кВ Южная ГРЭС – Рабочая включать потребителей, для чего:</p> <p>8.1 Дать команду дежурному персоналу ПС Хвойная: - «Включить половину отключенных потребителей» - <i>Выполняется.</i></p> <p>8.2 Дать команду дежурному персоналу ПС Ударная: - включить половину отключенных потребителей» - <i>Выполняется.</i></p> <p>8.3 Дать команду НСС Южной ГРЭС: - «Отключить В-22, В-30 и В-31 (т.е. отключаются АТ-1 и АТ-2 по высокой стороне) и держать загрузку ТГ-4 и ТГ-5 по токовой загрузке 1ВЛ-Рабочая и</p>	
--	--	---	--

			<p>регулировать напряжение на шинах 110 113-114 кВ. Загрузить ТГ-2 и 3 до полной мощности» - <i>Выполняется.</i></p> <p>8.4 Дать команду дежурному персоналу ПС Рабочая: - включить половину отключенных потребителей» - <i>Выполняется.</i></p>	
НСС Святогорской ГРЭС	В-11 готов к включению.	1. Ввести в работу ВЛ-500 кВ Святогорская ГРЭС – Восточная.	<p>1. Согласовать с Д ОДУ включение ВЛ-500 кВ Святогорская ГРЭС – Восточная. – <i>Согласовано.</i></p> <p>2. Дать команду ДП ПС Восточная: - «Опробовать напряжением ВЛ-500 кВ Святогорская ГРЭС включением В-22 и если нормально, то включить и В-20». – <i>Выполняется.</i></p> <p>3. Дать команду НСС Святогорской ГРЭС: - «С проверкой синхронизма включите В-11 и проверьте наличие нагрузки на ВЛ-Восточная» - <i>Выполняется.</i></p> <p>4. Сообщить Д ОДУ о проделанных операциях.</p>	
Д ЦУС Морозовской РСК	1КЛ-110 кВ Фабричная - Ударная поставлена под напряжение с ПС Фабричная.		<p>1. Дать команду Д ЦУС Морозовской РСК: - «Включить под нагрузку на ПС Ударная 1КЛ-110 кВ Фабричная и проверить на ней токовую загрузку». – <i>Выполняется.</i></p> <p>2. Дать команду дежурному персоналу ПС Хвойная: - «Включить всех отключенных потребителей» - <i>Выполняется.</i></p> <p>3. Включать отключенных потребителей на ПС Ударная и Рабочая по токовой нагрузке 1КЛ Фабричная – Ударная.</p> <p>4. Информировать Руководство РДУ о сложив-</p>	

			<p>шейся обстановке в энергосистеме и по согласованию с ним:</p> <p>4.1 Дать команду Д ЦУС Морозовской РСК: - «Ввести ограничения потребителей на ПС Ударная и Рабочая на величину по 20 МВт на время до включения 2ВЛ-110 кВ Южная ГРЭС Рабочая или 2КЛ-110 кВ Фабричная – Ударная».</p> <p>4.2 Дать команду НСС ТЭЦ НПЗ: - «Ввести ограничения потребителей на величину 20 МВт на 4 часа (на время прохождения максимума).</p> <p>5. По согласованию С Д ОДУ выполнить нагрузку Святогорской ГРЭС по графику. Предложить Д ОДУ разгрузить ЭС-2 и ЭС-3 до перетока по сечению пока 400 МВт.</p> <p>6. Собрать сведения об отключенных потребителях и сообщить Д ОДУ.</p> <p>7 Оформить аварийные заявки на повреждённое оборудование и разрешить вывод его в ремонт.</p> <p>8. Написать аварийное донесение.</p>	
--	--	--	---	--